



**Ecole Nationale Supérieure
d'Agronomie & des Industries
Alimentaires
(NANCY)**

**Sciences & Techniques des Productions Végétales
Protection des Cultures**

**Mémoire de Fin d'Etudes
pour
l'obtention du Diplôme d'Agronomie Approfondie**

GOUDIN Reynald

**Recherche de stimuli visuels & olfactifs
pour la mouche du Natal
Ceratitis rosa (Karsch)
(DIPTERA : TEPHRITIDAE)**



**Stage effectué du 1^{er} mars au 10 septembre 1999,
sous l'encadrement de Serge Quilici,
au Laboratoire d'Entomologie du CIRAD,
Centre de coopération Internationale en Recherche
Agronomique pour le Développement,
St Pierre, La Réunion**

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier Serge Quilici pour m'avoir accepté dans son labo et au sein de son équipe, pour m'avoir accordé confiance et autonomie, pour m'avoir permis de continuer à élever des bestioles, même durant un stage de fin d'études...

Et aussi, merci pour les clops.

Un grand merci à Christophe (j'ai faim !), à Antoine (je te battraï au Kart !), à Jim (un jour, ou gagneras faire marche arrière en tracteur !), à Serge (c'est bon signe !) et à Thierry (qu'est ce que je vais trouver à dire ?) pour m'avoir aidé, d'une manière ou d'une autre, durant mon stage et pour avoir supporté tout le fourbis que je laissais sur mon chemin.

Je ne peux oublier tous les stagiaires, VATs et autres personnes que j'ai rencontrés à la Réunion, sans qui mon stage et mon séjour dans l'île n'auraient pas été les mêmes, en particulier, David, Stéphane, the « Petit Tampon » Family et surtout Anne, et il y en a d'autres... Merci à tous.

Et puis, il reste la célèbre famille Grondin : Teter (ou est mal déclaré !) et ses tours en charrette, Liliane et ses bons petits plats et leurs quatre ti couillons de bib : Cristo, Ludo, Grégo et Gwendo, que je ne suis pas prêt d'oublier.

Enfin, je tiens à remercier ma mère et mon frangin pour s'être occupés de mes mygales, grillons, blattes et compagnie durant mes 6 mois et demi d'absence.

Sommaire

INTRODUCTION

p. 1

PREMIERE PARTIE : GENERALITES

I. La Réunion face au problème des mouches des fruits	p.2
1.1. Présentation physique de l'île	p.2
1.2. L'agriculture réunionnaise	p.2
1.2.1. Généralités	p.2
1.2.2. Cultures fruitières	p.2
1.3. Les différentes espèces de mouches des fruits nuisibles à la Réunion	p.3
1.3.1. Quelques éléments de systématique	p.3
1.3.2. Les sept espèces de mouches des fruits d'intérêt économique	p.3
II. Eléments de biologie des Tephritidae	p.3
2.1. Développement pré-imaginal	p.3
2.2. Eléments de biologie des adultes	p.3
2.2.1. La reproduction	p.3
2.2.1.1. L'ovogenèse	p.3
2.2.1.2. L'accouplement	p.4
2.2.1.3. La ponte	p.5
2.2.2. L'alimentation	p.5
III. La mouche du Natal	p.5
3.1. Distribution	p.5
3.2. Description	p.6
3.3. Plantes hôtes et dégâts observés	p.6
IV. Réponse des Tephritidae aux stimuli visuels et olfactifs	p.6
4.1. Stimuli visuels	p.7
4.1.1. La vision chez les Tephritidae	p.7
4.1.2. Nature des stimuli visuels	p.8
4.1.2.1. Influence de la forme	p.8
4.1.2.2. Influence de la taille	p.8
4.1.2.3. Influence de la couleur	p.8
4.2. Stimuli olfactifs	p.10
4.2.1. Les récepteurs olfactifs	p.10
4.2.2. Les différents stimuli olfactifs	p.10
4.2.2.1. Les attractifs alimentaires	p.10
4.2.2.2. Les composés volatils des plantes	p.10
4.3. Interactions entre stimuli visuels et stimuli olfactifs	p.11
V. Méthodes de lutte intégrée contre les mouches des fruits	p.11
5.1. Les pièges à mouches des fruits	p.12
5.2. Le traitement par taches	p.12
5.3. Les mesures prophylactiques	p.12
5.4. La lutte biologique	p.12
5.5. La lutte autocide	p.12

DEUXIEME PARTIE : MATERIELS ET METHODES

I. Elevage des mouches	p.13
II. Détermination de la durée de maturation ovarienne	p.13
III. Détermination du rythme circadien	p.14
3.1. Rythme circadien en grande cage de vol	p.14
3.1.1. Dispositif de l'essai	p.14
3.1.2. Protocole d'essai	p.14
3.2. Rythme circadien en verger	p.14
IV. Stimuli visuels	p.15
4.1. Les leurres utilisés	p.15
4.2. Les différentes méthodes	p.16
4.2.1. Leurres suspendus sur une potence	p.16
4.2.2. Leurres suspendus dans la plante hôte	p.16
V. Stimuli visuels & olfactifs	p.17
5.1. Leurres et attractifs utilisés	p.17
5.2. Dispositif et protocole d'essai	p.18

TROISEME PARTIE : RESULTATS

I. Détermination de la durée de maturation ovarienne	p.19
II. Détermination du rythme circadien	p.19
2.1. Rythme circadien en grande cage de vol	p.19
2.1.1. Localisation des femelles	p.20
2.1.2. Rythmes circadiens d'activités	p.20
2.2. Rythme circadien en verger	p.21
III. Stimuli visuels	p.22
3.1. Comparaison d'une gamme de couleurs	p.22
3.1.1. Comparaison d'une gamme de couleurs simples	p.22
3.1.1.1. Leurres rectangulaires	p.22
3.1.1.2. Leurres sphériques (balles de ping-pong)	p.22
3.1.2. Comparaison d'une gamme de couleurs fluorescentes	p.22
3.1.2.1. Leurres rectangulaires	p.22
3.1.2.2. Leurres sphériques (balles de ping-pong)	p.23
3.1.3. Comparaison d'une gamme de nuances de couleurs	p.23
3.1.3.1. Comparaison de différents jaunes : nuances "jaune-blanc"	p.23
3.1.3.2. Comparaison de différents oranges : nuances "jaune-orange"	p.23
3.1.3.3. Comparaison de différents verts : nuances "jaune-vert"	p.23
3.2. Comparaison d'une gamme de tailles de sphère	p.23
3.2.1. Comparaison de différentes tailles de sphères jaunes	p.24
3.2.2. Comparaison de différentes tailles de sphères vertes	p.24
3.2.3. Comparaison de différentes tailles de sphères oranges	p.24
3.3. Comparaison de différentes tailles et couleurs de sphères	p.24
3.4. Comparaison de deux couleurs sur leurres sphériques de 8,5 cm de diamètre suspendus dans la plante hôte.	p.25
IV. Stimuli visuels & olfactifs	p.25

QUATRIEME PARTIE : DISCUSSION	p.26
-------------------------------	------

CONCLUSION	p.29
------------	------

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	p.30
-----------------------------	------

Introduction

L'île de la Réunion héberge sept espèces de mouches des fruits nuisibles aux cultures fruitières ou maraîchères. La mouche du Natal, *Ceratitis rosa* (Karsch), de part sa grande polyphagie et sa présence sur presque toute l'île, est de loin l'espèce la plus nuisible à l'arboriculture fruitière à la Réunion. La filière fruitière représentant une part importante du marché agricole de l'île, la mise en place de méthodes de lutte efficaces contre cette espèce est nécessaire. En particulier, la recherche de méthodes de lutte s'est orientée ces dernières années vers l'aménagement de la lutte chimique classique par le biais de systèmes de piégeage.

De nombreuses études sont menées sur d'autres espèces de mouches des fruits dans le but de déterminer les principaux stimuli visuels et olfactifs influençant le comportement de ces insectes et les orientant vers leurs ressources vitales. Les résultats de ces études sont utilisés pour la mise en place d'outils de surveillance et de lutte biotechnique contre ces ravageurs dans le cadre de programmes de lutte intégrée.

Le programme « Mouches des fruits » étant un point fort au Laboratoire d'Entomologie « Fruits » du CIRAD-FLHOR de Bassin Plat (Saint-Pierre), on se propose, dans cette étude, de déterminer, chez la mouche du Natal, certains stimuli visuels et olfactifs impliqués dans la recherche de ressources alimentaires ou d'un site de ponte afin d'améliorer les systèmes de piégeage déjà utilisés pour lutter contre ce ravageur.

Première partie

Généralités

I. La Réunion face au problème des mouches des fruits

1.1. Présentation physique de l'île

La Réunion est une île tropicale de l'hémisphère sud (55°29' de longitude Est et 21°53' de latitude Sud). Elle est la partie émergée d'un énorme volcan bouclier de 7000 m de hauteur. L'île couvre une surface de 2512 km² et culmine au Piton des Neiges à 3069 m d'altitude.

Il n'est pas évident de définir le climat de la Réunion. De sa position tropicale, son état insulaire et son relief tourmenté résultent une multitude de microclimats, ce qui entraîne une grande diversité des plantes sauvages et cultivées. Toutefois, deux principales régions climatiques, qu'il faut également croiser avec l'altitude qui accentue les différentiels thermiques et pluviométriques (on parle des "hauts" de l'île), peuvent être définies :

- la côte "au vent", orientée nord-est face aux alizés, reçoit 70 % des précipitations (3 à 10 m/an),
- la côte "sous le vent" orientée sud-ouest, reçoit moins de 2 m/an et de façon très irrégulière.

De plus, le climat réunionnais est marqué par deux saisons :

- l'hiver austral, de mai à novembre, frais et sec,
- l'été austral, de décembre à avril, nettement plus chaud et pluvieux avec des précipitations extrêmes et des phénomènes cycloniques (Anonyme, 1999).

1.2. L'agriculture réunionnaise

1.2.1. Généralités

A la Réunion, moins du cinquième du territoire est réservé à l'agriculture, soit, en 1997, 42931 ha de surface agricole utile (SAU) qui s'organisent de la façon suivante :

- 73 % de terres arables (canne à sucre : culture la plus importante avec 734 millions de francs et 25600 ha, cultures légumières : 2000 ha, cultures fruitières semi-permanentes : 848 ha ...),
- 21 % de friches productives et prairies,
- 4 % de cultures fruitières permanentes... (Anonyme, 1998)

On trouve également un grand nombre d'élevages dont les effluents, très importants, ne sont pas traités (Anonyme, 1999).

1.2.2. Cultures fruitières

En 1997, les cultures fruitières occupent 2687 ha de SAU, pour une production de 46000 tonnes de fruits d'une valeur de 318 millions de francs, soit 14 % de la filière agricole ou 20 % des productions végétales (Anonyme, 1998).

Les principaux fruits cultivés à la Réunion sont les litchis (1000 ha), les bananes (500 ha), les agrumes (385 ha), les ananas (330 ha) et les mangues (280 ha) (Anonyme, 1998). On y produit également des cocotiers, des pêches, des fraises, des avocats...

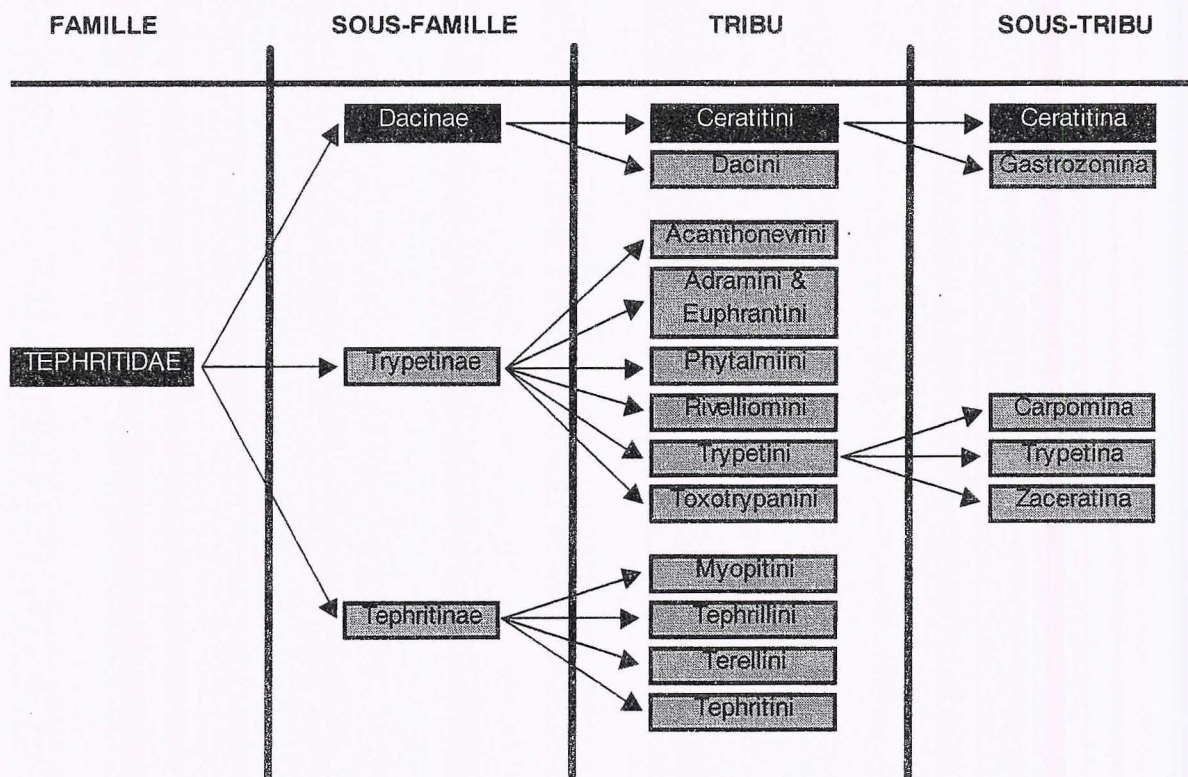


Figure 1 : Classification de Tephritidae
(White et Elson-Harris, 1992)

1.3. Les différentes espèces de mouches des fruits nuisibles à la Réunion

1.3.1. Quelques éléments de systématique

Les mouches des fruits appartiennent à la famille des Tephritidae qui compte 4000 espèces (500 genres) (White & Elson-Harris, 1992) dont 250 sont d'importance économique (Quilici et Franck, 1999). Leur position systématique est la suivante (White & Elson-Harris, 1992) :

Ordre : Diptera

Sous-ordre : Brachycera

Division : Cyclorhapha

Groupe : Schizophora

Section : Haplostomata

Super-famille : Tephritoidea

Famille : Tephritidae

Tous les Tephritidae ne sont pas ravageurs des fruits : certains, les Trypetinae par exemple, s'attaquent aux fleurs, d'autres comme les Gastrozonina sont ravageurs de tissus parenchymateux de racines, de tiges ou de feuilles (White & Elson-Harris, 1982) (Figure 1).

1.3.2. Les sept espèces de mouches des fruits d'intérêt économique

Les sept espèces nuisibles à la Réunion ont été recensées par Etienne (1982). Quatre d'entre elles font partie de la tribu des Ceratitini, sous-tribu des Ceratitina, et trois de la tribu des Dacini (Annexe 1).

- Ceratitini : — *Neoceratitis cyanescens* (Bezzi) ou mouche de la tomate. Cette espèce fait actuellement l'objet d'une thèse (Brevault T.) au CIRAD-FHLOR (Bassin-Plat).
— *Ceratitis (Pterandrus) rosa* (Karsch) ou mouche du Natal. Objet du présent travail, les aspects concernant cette espèce seront abordés dans le chapitre II (p. 5).
— *Ceratitis capitata* (Wiedemann) ou mouche méditerranéenne des fruits.
— *Ceratitis catovirii* (Guérin-Meneville) ou mouche des Mascareignes. C'est une espèce endémique de la Réunion et de Maurice, de faible importance économique.
- Dacini : — *Dacus (Didacus) ciliatus* (Loew) ou mouche éthiopienne des Cucurbitaceae,
— *Dacus (Dacus) demmerezi* (Bezzi) ou mouche des Cucurbitaceae de l'Océan Indien,
— *Bactrocera (Zeugodacus) cucurbitae* (Coquillett) ou mouche du melon.

Ces mouches constituent des ravageurs économiquement dangereux pour les cultures fruitières et maraîchères (Solanaceae et Cucurbitaceae). Selon une estimation du CIRAD-FHLOR, les coûts (pertes directes + coûts de la lutte) s'élèveraient à 7 millions de francs chaque année à la Réunion pour les seules cultures fruitières (Bunge-Vivier, 1993). De plus, le problème "mouche des fruits" est d'autant plus important que les espèces tropicales sont le plus souvent polyphages et que, sous un tel climat, la fructification des nombreuses espèces fruitières s'échelonne sur toute l'année et assure le maintien et le renouvellement continu des populations de mouches (Etienne, 1982).

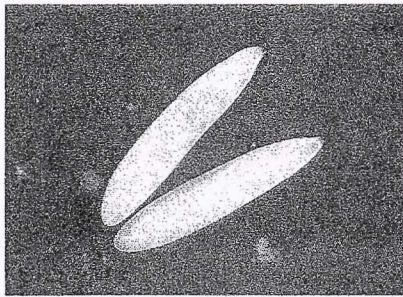


Photo 1 : Œufs de Tephritidae.
(cliché Brevault T.)

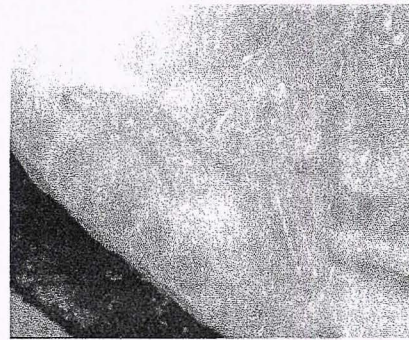


Photo 2 : Lerves de Tephritidae.
(cliché Vincenot D.)

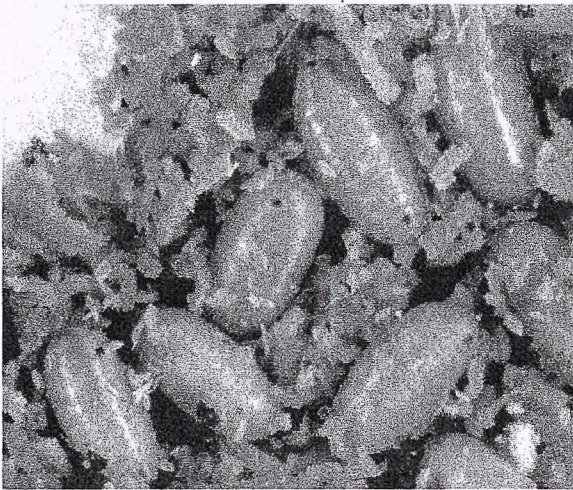


Photo 3 : Pupes de Tephritidae.
(cliché Vincenot D.)

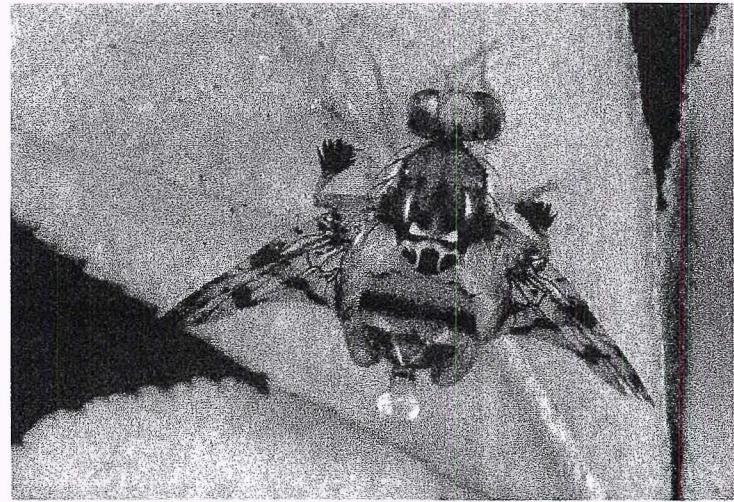


Photo 4 : *Ceratitiss rosa* mâle en appel phéromonal.
(cliché Vincenot D.)

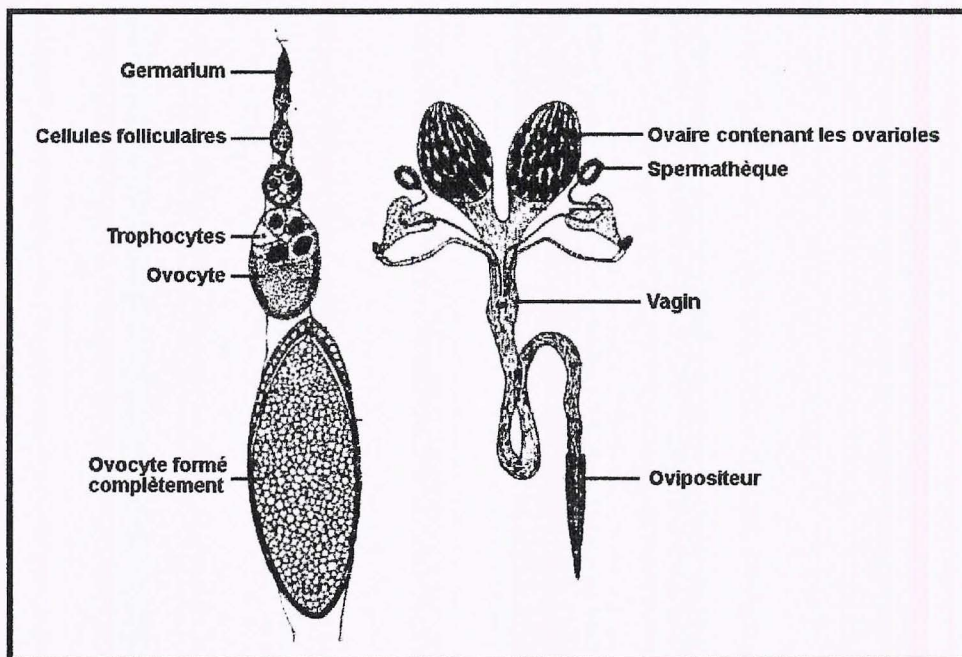


Figure 2 : Schéma des sctructures de l'appareil génital (droite)
d 'un Tephritidae et d'une ovariole (gauche).
d'après Williamson (1989)

II. Eléments de biologie des Tephritidae

Le cycle de développement d'un insecte consiste en la succession de ses différents stades, de l'œuf à l'imago. Nous résumerons ci-dessous le cycle de développement rencontré chez les Tephritidae.

Au cours de sa vie, l'insecte adulte aura à répondre à deux motivations : l'alimentation et la reproduction. Selon Browne (1993), la prise alimentaire est indispensable pour assurer une bonne reproduction. En particulier, l'état nutritionnel de la mouche affecte directement la maturation des gonades (Williamson, 1989).

2.1. Développement pré-imaginal

Les œufs (Photo 1) mesurent environ 1 mm, sont blancs et légèrement arqués. A l'éclosion, de minuscules asticots émergent des œufs. La durée du cycle larvaire, qui passe par trois stades (L1, L2 et L3), peut varier fortement, pour une espèce donnée, en fonction du fruit hôte.

A l'issue du troisième stade larvaire, l'asticot (Photo 2) quitte le fruit en sautant, tel un véritable ressort. Il retombe alors sur le sol dans lequel il se nymphose – la nymphe consiste en un petit tonnelet marron (la pupe) (Photo 3), de laquelle émergera l'adulte de mouche.

Les nutriments dont les larves se nourrissent, glucides, protéines et eau, sont tirés du milieu dans lequel elles se développent, c'est à dire le fruit.

2.2. Eléments de biologie des adultes

2.2.1. La reproduction

Dans la biologie de la reproduction des mouches des fruits, plusieurs étapes sont à considérer. Il s'agit de la maturation des gonades et des gamètes, de l'accouplement et de la ponte.

2.2.1.1. L'ovogenèse

La Figure 2 présente la structure de l'ovaire d'une femelle de Tephritidae.

Au cours de l'ovogenèse, trois étapes sont particulièrement remarquables (Williamson, 1989) :

- la prévitellogenèse : à partir du germarium, des follicules prévitellogéniques se forment au cours des premiers jours de la vie de la mouche,
- la vitellogenèse : les cellules folliculaires entreprennent leur différenciation et sont alimentées par des cellules compagnes : les trophocytes. Il en résulte une coloration blanchâtre au niveau du vitellarium,
- la maturation des œufs : où l'on observe un ovocyte complètement formé et des trophocytes vidés.

2.2.1.2. L'accouplement

Un comportement de cour du mâle précède généralement l'accouplement. Le fait le plus remarquable est, chez certaines espèces, l'existence d'un appel phéromonal des mâles. C'est notamment le cas pour les mâles de *C. capitata* (Féron, 1962) et *C. rosa* (Myburgh, 1962) et de certaines espèces de Dacini (Koyama, 1989). L'appel consiste en la dévagination d'une ampoule anale qui libère une phéromone très odorante pour attirer la femelle (Photo 4).

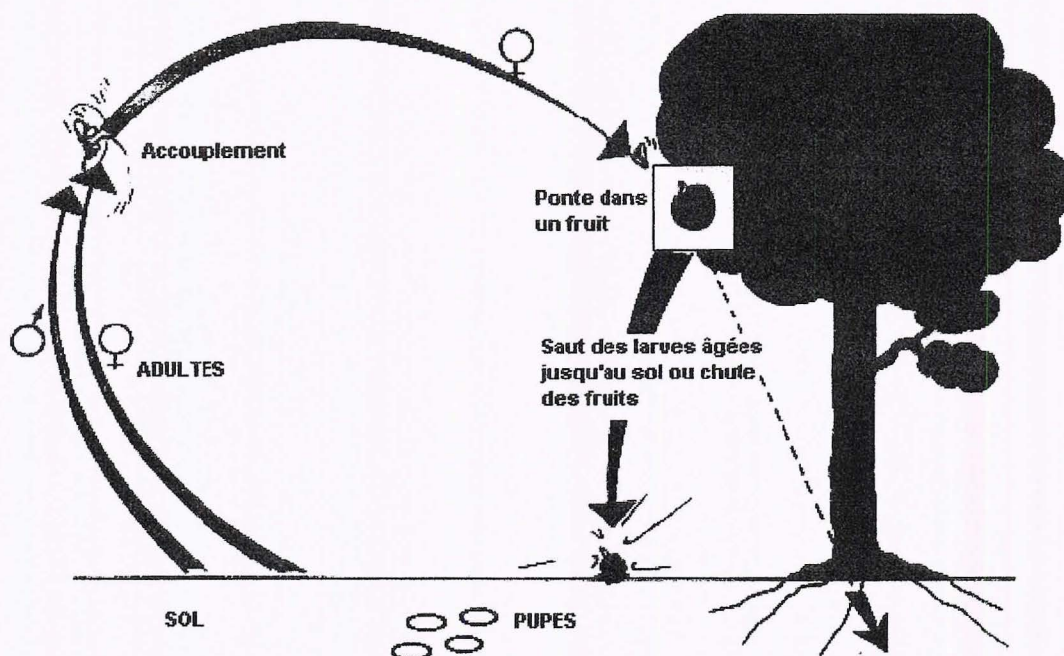


Figure 3 : Schéma du cycle de développement chez les mouches des fruits.
d'après Quilici (1991)

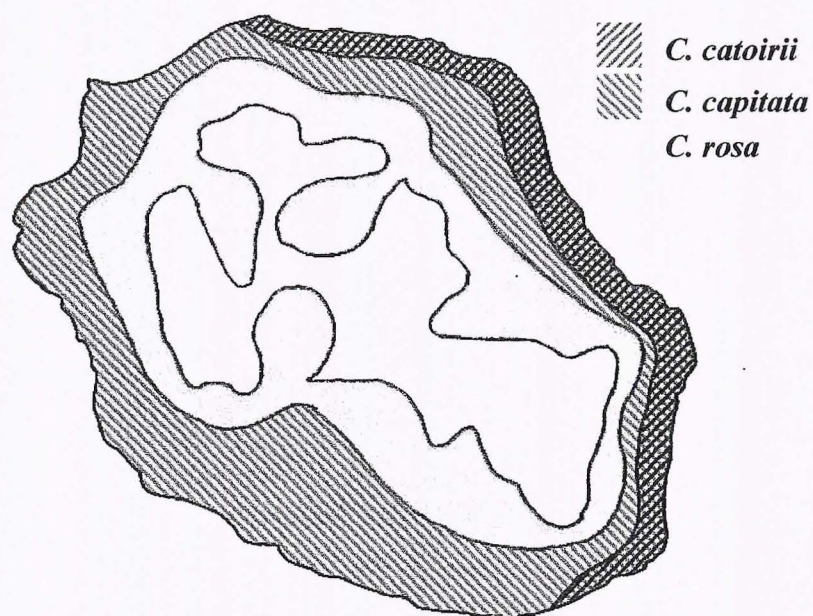


Figure 4 : Répartition des trois espèces de *Ceratitis* présentes à la Réunion.
d'après Etienne (1982)

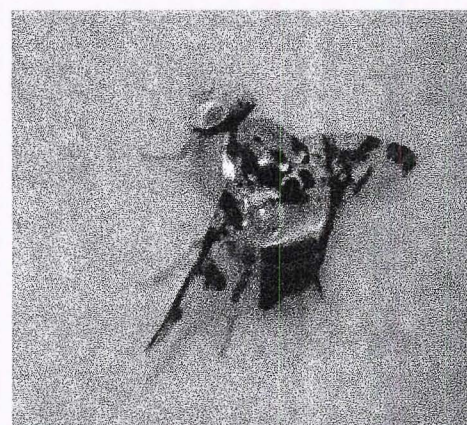


Photo 5 : Femelle de *C. rosa* en ponte dans un fruit.
(cliché Goudin R.)

Certains auteurs considèrent que le fruit est un lieu de rendez-vous pour la cour et l'accouplement, en particulier chez *C. capitata* (Féron, 1962) et *R. cerasi* Linnaeus (Prokopy et Boller, 1971).

2.2.1.3. La ponte

Lorsqu'une femelle de mouche des fruits répond à une motivation de ponte, plusieurs comportements peuvent être observés sur le fruit. Rossolin (1991) a ainsi observé les comportements suivants chez des femelles de *C. rosa* sur fruit : la prospection, le nettoyage, l'agressivité envers d'autres femelles, la ponte ou la tentative de ponte, le "frottement" de l'ovipositeur et le nettoyage de l'ovipositeur.

Dès que la femelle est prête à pondre, après un certain temps de prospection, elle étend son ovipositeur et commence à forer dans le fruit hôte (Photo 5). En fait, à part pour pondre, la mouche ne passe que très peu de temps sur le fruit (Prokopy & Roitberg, 1989). Les oeufs sont pondus à quelques millimètres sous l'épiderme du fruit.

Après la ponte, les femelles de nombreuses espèces de mouche des fruits marquent le site de ponte en y déposant une phéromone (HMP : *Host Marking Pheromone*) qui inhiberait la ponte d'autres femelles (Averill & Prokopy, 1989).

La Figure 3 résume le cycle de développement des mouches de fruits.

2.2.2. L'alimentation

L'insecte parfait, tout comme la larve, a besoin d'une alimentation glucidique et protéique. L'adulte s'alimente principalement sur les feuilles des plantes hôtes et non-hôtes (Prokopy & Owens, 1978), où il trouve les différents nutriments dont il a besoin : sucre, protéines et eau dans de la sève, des sécrétions foliaires, des colonies bactériennes, des levures, du miellat d'Homoptères, de la fiente d'oiseau ... (Prokopy & Roitberg, 1989).

La mouche doit consacrer une certaine énergie à la recherche de ces différentes ressources. Cet aspect sera abordé dans le chapitre III (p. 7).

III. La mouche du Natal

3.1. Distribution

C. rosa semble être originaire d'Afrique du Sud (Etienne, 1982), d'où son nom vernaculaire : la mouche du Natal. Elle n'est actuellement connue que de 15 pays du Sud et du Sud-Est du continent africain et des Mascareignes (Annexe 2 ; White & Elson-Harris, 1992). Elle existerait également en Guinée (J.F. Vayssières J.F., comm. pers.).

Tout d'abord introduite accidentellement à l'île Maurice en 1953 par le transport de fruits provenant d'Afrique du Sud, les échanges continuels entre les deux îles l'auraient naturellement amenée à la Réunion vers 1955 (Etienne, 1982). C'est d'ailleurs à partir des années 1960 que les agriculteurs de la Réunion ont remarqué des dégâts croissants sur fruits (Etienne, 1982). L'espèce est présente dans pratiquement toutes les zones de l'île, du niveau de la mer jusqu'à une altitude de 1500 m (Figure 4).

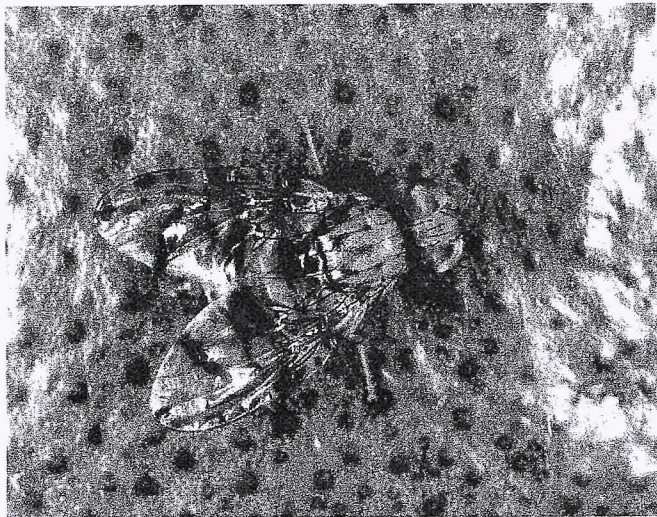


Photo 6 : *Ceratitits rosa* femelle.
(cliché Vincenot D.)

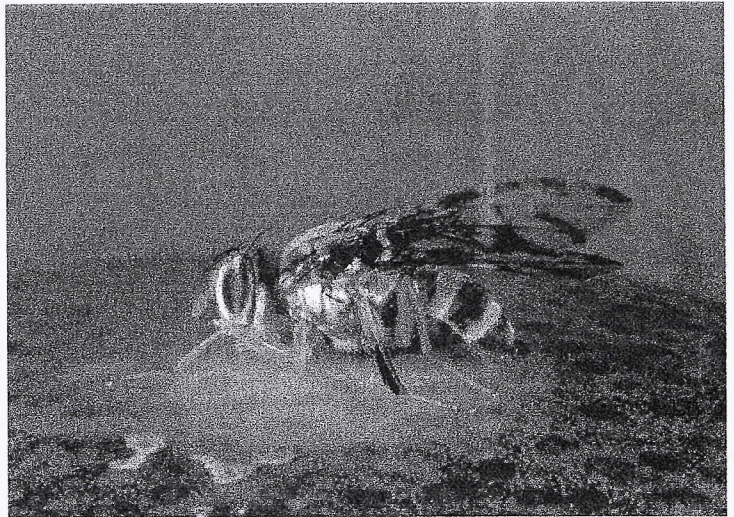


Photo 7 : *Ceratitits rosa* mâle.
(cliché Vincenot D.)

	<i>C. rosa</i>	<i>C. capitata</i> & <i>catoirii</i>
Tête	yeux de couleur vert opalescent	bleu et rose (<i>capitata</i>) vert-bleu opalescent (<i>catoirii</i>)
	absence de soies orbitales	présence de soies orbitales chez le mâle
Thorax	marron clair	foncé (noir, blanc et gris)
Scutellum	muni de bandes longitudinales claires isolant 3 tâches brunâtres	noir
Abdomen	marron clair présence de bandes transversales + foncées	jaunâtre à orangé
Pattes (mâle)	tibias médians munis de 2 peignes de longues soies noires	

Tableau 1 : quelques éléments de description des trois espèces de *Ceratitits* de la Réunion.
(observations personnelles)

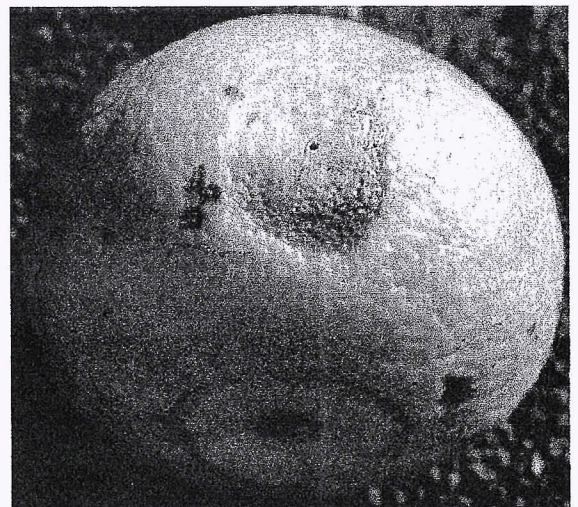


Photo 8 : Piqûre de *C. rosa* dans un fruit de *Citrus* sp.
(cliché Vincenot D.)

Etienne (1982), au cours d'études sur les populations de Tephritidae et leurs plantes hôtes, a montré qu'elle était, de loin, l'espèce la plus nuisible à l'arboriculture fruitière à la Réunion. En outre, dans la plupart des zones où elle est présente, elle tend largement à supplanter la mouche méditerranéenne des fruits, *C. capitata*.

3.2. Description

L'adulte de la mouche du Natal peut mesurer environ 6 mm de longueur. Les Photos 6 et 7 présentent le mâle et la femelle, munie d'une tarière, et le Tableau 1 nous expose les principaux éléments de différenciation avec les autres espèces de *Ceratitidis* présentes à la Réunion.

La larve de *C. rosa* est un asticot jaunâtre pouvant mesurer 7 à 8 mm à la fin du troisième et dernier stade.

3.3. Plantes hôtes et dégâts observés

C. rosa peut attaquer de nombreuses espèces fruitières à la Réunion. L'Annexe 1 présente quelques plantes dont les fruits peuvent être piqués par cette mouche. On recense 56 espèces végétales appartenant à 18 familles botaniques (Quilici & Franck, 1999).

Les dégâts se traduisent par une décoloration de l'épiderme du fruit au niveau de la piqûre et la pourriture du fruit (Photo 8) et également, le plus souvent, par le mûrissement précoce et la chute du fruit (Quilici et Franck, 1999). Les blessures infligées au fruit par les piqûres constituent des voies d'entrée pour des parasites secondaires, notamment des champignons et des drosophiles, qui vont contribuer, avec les asticots, à la pourriture du fruit (Etienne, 1982).

L'importance des dégâts varie selon les espèces fruitières et leur importance économique. Que les symptômes consistent en des traces superficielles de piqûre sur l'épiderme ou en une pourriture complète, le fruit ne pourra pas être commercialisé. Ceci se traduit, pour le producteur, par une perte de rendement qui peut être très forte. Etienne (1982) classe quelques espèces fruitières d'intérêt agricole en fonction de la gravité de l'attaque par *C. rosa* :

- Dégâts faibles : avocat, banane, litchi, papaye et pomme.
- Dégâts moyens : agrumes.
- Dégâts importants : mangue, pêche, annone, bibace, goyave.

Certaines plantes hôtes sauvages telles que le jamrosat (*Syzygium jambos* Alston), le goyavier (*Psidium cattleianum* Sabine) et le bringellier (*Solanum auriculatum* Ait.) sont fortement attaqués par *C. rosa* et, du fait de leur omniprésence sur l'île, constituent des réservoirs pour cette mouche (Etienne, 1982).

IV. Réponse des Tephritidae aux stimuli visuels et olfactifs

Féron (1962) a montré que l'introduction d'un fruit mûr dans une cage d'élevage de *C. capitata*, entraînait, après quelques vols de reconnaissance, un vol orienté vers le fruit. Le fruit représente donc, pour ces mouches, un ensemble de stimuli attractifs, de nature visuelle ou olfactive.

La sélection de l'hôte chez les insectes phytophages consiste en une séquence de réponses comportementales à divers stimuli associés à des plantes hôtes et non-hôtes (Visser, 1986). Selon Prokopy (1972), il existe deux grandes classes de stimuli qui influencent le comportement des Tephritidae :

- les stimuli perceptibles à distance tels que les odeurs émanant des plantes (hôtes ou non-hôtes), les phéromones des mâles présents sur les plantes, les odeurs émanant des futurs sites de ponte, les propriétés visuelles des plantes hôtes...
- les stimuli de contact direct tels que les phéromones de ponte, les propriétés tactiles du site de ponte...

La réponse des insectes à ces différents stimuli dépend également de facteurs endogènes (Browne, 1993). Selon sa motivation, la mouche aura un comportement de recherche particulier.

Nous nous intéresserons particulièrement aux stimuli perceptibles à distance qui conduisent les Tephritidae à des ressources alimentaires (plante hôte ou non-hôte) ou à un site de ponte (plante hôte).

4.1. Stimuli visuels

La forme, la taille, la couleur et le contraste avec le fond jouent un rôle très important dans la recherche de la plante hôte pour les Tephritidae, au niveau du fruit, de la feuille et de l'arbre (Cytrinowicz *et al.*, 1982). Katsoyannos (1989) mentionne aussi le rôle de l'intensité de la lumière réfléchie.

Beaucoup d'expérimentations ont été faites en utilisant des leurres et en tenant compte de ces différents paramètres visuels afin de mieux préciser le comportement de diverses espèces : *Rhagoletis completa* Cresson (Riedl & Hislop, 1985), *Anastrepha fraterculus* Wiedemann (Cytrynowicz *et al.*, 1982), *Ceratitis capitata* (Nakagawa *et al.*, 1978 ; Cytrynowicz *et al.*, 1982)... En ce qui concerne la mouche du Natal, on peut citer les travaux de Rossolin (1991) et Quilici & Rivry (1996).

Pour les Tephritidae des régions tempérées, qui sont bien souvent monophages ou oligophages, il existe en général une corrélation simple entre le leurre et le fruit hôte. Ce n'est pas le cas des espèces tropicales ou subtropicales, très polyphages. Dans ce cas, le leurre doit posséder des caractères généraux à tous les fruits hôtes de la mouche (Cytrinowicz *et al.*, 1982). On peut alors émettre l'hypothèse que les monophages-oligophages peuvent avoir tendance à être des spécialistes visuels si on les compare aux polyphages qui seraient plutôt des généralistes visuels (Prokopy & Owens, 1978).

4.1.1. La vision chez les Tephritidae

Chez les diptères, les organes photosensibles sont les ocelles, les stemmates et les yeux composés. On trouve également en plusieurs endroits du corps des neurones photosensibles capables d'enregistrer des changements d'intensité lumineuse (Rice, 1989).

L'œil d'un Tephritidae est composé de 2500 à 3500 yeux simples ou ommatidies. Chacune d'elles consiste en une lentille hexagonale à travers laquelle pénètre la lumière pour aboutir dans le rhabdomère. Dans celui-ci se trouvent les microvillosités de huit cellules de la retinula chargées d'un pigment photosensible (Rice, 1989). Certaines de ces huit cellules sont présumées être impliquées dans la discrimination des couleurs (Harris *et al.*, 1993). Enfin, les informations relatives aux couleurs, aux formes, aux mouvements... sont transportées par des neurones reliés à la base de l'œil vers les lobes optiques et le cerveau (Rice, 1989).

La sensibilité spectrale des Tephritidae s'étend de l'ultraviolet au rouge, ce qui correspond à une bande spectrale comprise entre 300 et 650 nm (Prokopy et Owens, 1978). Chez beaucoup d'espèces, on observe un pic majeur de sensibilité à 495-500 nm (jaune-vert) et un pic secondaire à 365 nm (ultraviolet) (Agee *et al.*, 1982).

4.1.2. Nature des stimuli visuels

4.1.2.1. Influence de la forme

Les Tephritidae sont capables de distinguer des formes et d'y répondre de manière particulière. L'étude de l'attractivité de différentes formes d'objet (disque, cube, sphère, hémisphère, cylindre...) a permis de le démontrer. Chez la plupart des espèces étudiées, quelque soit le sexe, les surfaces convexes sont nettement plus attractives que les surfaces planes (Féron, 1962 ; Prokopy & Boller, 1971 ; Nakagawa *et al.*, 1978). En particulier, la sphère reste toujours l'objet le plus attractif, ce qui s'explique par sa ressemblance avec la plupart des fruits (Katsoyannos, 1989).

De plus, le vol orienté vers telle ou telle forme est conditionné par la motivation ou le sexe de la mouche. Cytrinowicz *et al.* (1982) ont montré que les femelles matures de *C. capitata* et d'*A. fraterculus* sont nettement plus attirées par le modèle sphérique que les mâles ou les femelles immatures ; cette différence n'apparaît pas pour le modèle plan. En outre, toute surface convexe (sphère, hémisphère, ellipsoïde, cylindre, cône...) est favorable à la manifestation du comportement de ponte chez les femelles de Tephritidae (Féron, 1962).

4.1.2.2. Influence de la taille

Des essais avec des sphères de taille différente ont permis de montrer qu'il existe une certaine similarité entre la taille des fruits hôtes et celle de la sphère la plus attractive. Ceci est d'autant plus vrai pour les mouches monophages-oligophages : la mouche de la cerise, *Rhagoletis cerasi*, préfère des leurres sphériques de 1 cm de diamètre (Prokopy et Boller, 1971).

Dans le cas de *C. capitata*, qui peut attaquer des fruits aussi différents que le café (Etienne, 1982) – moins de 1 cm – et le pamplemousse (Féron, 1962) – plus de 15 cm –, on observe une préférence pour des sphères de 7,5 cm de diamètre (Nakagawa *et al.*, 1978).

Pour Freeman & Carey (1990), les mouches n'évalueraient pas le volume mais plutôt le diamètre du fruit hôte. Selon eux, la taille est le paramètre le plus important dans la recherche du fruit hôte, avant la forme et la couleur.

Lors de l'étude de la ponte dans des sphères de taille différente, la préférence des femelles peut être masquée par une plus grande concentration de la phéromone de ponte dans les sphères de moindre diamètre, ce qui peut fausser les résultats (Katsoyannos, 1989).

4.1.2.3. Influence de la couleur

Il convient de définir tout d'abord ce que représente la couleur. Toute couleur résulte de la somme de trois lumières primaires : rouge, vert et bleu (système RVB) dans des proportions particulières. Il convient de ne pas assimiler la vision animale à celle des humains (Vorobyev & Brandt, 1997). Les yeux humains ont trois ensembles de capteurs avec des sensibilités maximales à certaines fréquences :

580 nm (rouge), 540 nm (vert) et 450 nm (bleu). La lumière, à n'importe quelle longueur d'onde dans l'intervalle du spectre visible de 400 à 700 nm, excitera un ou plusieurs de ces trois types de capteurs. On détermine la perception des couleurs par la combinaison et le nombre de ces capteurs excités (Scott, 1997). Cette vision trichromatique des couleurs peut être appelée la "vraie vision des couleurs". On parlera de couleurs "psychophysiques" auxquelles l'homme a décidé de donner tel ou tel nom.

Pour les animaux, ce n'est pas nécessairement la même chose; la vision peut être mono-, di- ou trichromatique. De plus, certaines sensations quant à la perception des couleurs telles que les nuances, la saturation ou la brillance sont propres à l'homme, il n'est pas évident que les animaux puissent distinguer les couleurs selon ces trois sensations (Vorobyev & Brandt, 1997). Les mêmes auteurs donnent une définition de la couleur pour les animaux : il s'agit d'un ensemble de signaux qui stimulent simultanément des récepteurs spectraux et conduisent à un même comportement. Ce type de comportement est appelé "comportement longueur-d'onde-dépendant". Chez les Tephritidae, selon Harris *et al.* (1993), les réponses dépendent de l'intensité lumineuse et de la longueur d'onde.

De nombreuses études ont été réalisées avec des leurres colorés pour appréhender les couleurs attractives pour les mouches des fruits. Dans la plupart des cas, les couleurs les plus intéressantes sont le jaune suivi de l'orange puis du vert (Prokopy & Roitberg, 1989).

Une combinaison particulière entre forme, taille et couleur du leurre est à respecter pour constituer un bon attractif pour telle ou telle espèce. En effet, la forme et la taille augmentent l'efficacité d'une couleur (Riedl & Hislop, 1985 ; Sivinski, 1990).

Les surfaces planes jaunes attirent fortement tous les Tephritidae étudiés, dans la mesure où elles miment le feuillage, lieu privilégié d'alimentation (Prokopy & Roitberg, 1984). Les spectres d'absorption et de réflexion de la lumière par les feuilles sont exclusivement liés aux propriétés des pigments chlorophylliens. Ainsi, l'énergie réfléchie par les feuilles est forte entre 500 nm et 580 nm, ce qui correspond à une bande spectrale allant du vert au jaune (Prokopy & Owens, 1983). Cette dernière couleur est plus attractive que le feuillage dans la mesure où elle reflète plus d'énergie pour des longueurs d'onde équivalentes (Prokopy & Roitberg, 1984). La couleur jaune peut ainsi être assimilable à une couleur alimentaire car elle constituerait un superstimulus lié à la recherche de nourriture (Prokopy, 1972).

De la même façon, la combinaison optimale entre une couleur et la forme sphérique peut mettre en évidence une couleur de ponte. En présence de sphères colorées, les femelles de *Rhagoletis completa*, la mouche de la noix, sont attirées dès leur maturité par la couleur verte, alors que c'était plutôt le jaune auparavant (Riedl & Hislop, 1985). La sphère verte rappelant une noix, la couleur verte peut être qualifiée de "couleur de ponte" pour cette espèce.

L'ajout de la fluorescence aux couleurs attractives peut augmenter la réponse des Tephritidae. Les femelles matures d'*Anastrepha suspensa*, mouche des fruits des Caraïbes, sont plus attirées par des sphères de couleur orange fluorescent que par des sphères oranges (Greany *et al.*, 1978). De même, sur leurres rectangulaires, *C. capitata* répond mieux au jaune fluorescent qu'au jaune primaire (Gueguen, 1998).

Chez la mouche du Natal, Quilici et Rivry (1996) ont montré que les couleurs préférentielles pour la manifestation du comportement de ponte sur dômes en cire étaient le jaune et le rouge. En outre, Rossolin (1991) a constaté que le noir est également attractif pour cette espèce.

D'autres paramètres lumineux peuvent être très importants et influencer le comportement des mouches. On peut citer le contraste d'un objet avec le fond (Nakagawa *et al.*, 1978 ; Cytrinowicz *et al.*, 1982), l'intensité lumineuse (Greany *et al.*, 1978) ainsi que la brillance (Prokopy, 1972).

4.2. Stimuli olfactifs

Selon Robert (1986), plusieurs signaux olfactifs interagissent et influencent le comportement des mouches des fruits. C'est le cas des kairomones des plantes hôtes, des allomones des plantes non-hôtes et des différentes phéromones (appel, ponte) produites par les mouches.

De nombreuses études ont été conduites sur le rôle des stimuli olfactifs dans la recherche de ressources vitales par les Tephritidae, qui portent sur deux catégories de stimuli olfactifs : les attractifs alimentaires et les composés volatiles des plantes.

D'autre part, des travaux portent sur une autre catégorie d'attractifs. Il s'agit des paraphéromones, substances extraites de plantes ou molécules synthétiques. Ces composés ne sont pas utilisés naturellement dans la communication intraspécifique des insectes mais agissent comme de vraies phéromones. C'est le cas du méthyleugénol (existant à l'état naturel dans différentes plantes) et du trimedlure (synthétique) qui n'attirent, respectivement, que les mâles de certains genres de la tribu des Dacini et de celle des Ceratitini dont *Ceratitis* (Cunningham, 1989).

4.2.1. Les récepteurs olfactifs

Les récepteurs olfactifs des Tephritidae se trouvent sur des sensilles, poils sensoriels, présents sur les antennes et les palpes (Rice, 1989). Celles-ci présentent plusieurs pores qui se prolongent par un tubule relié aux dendrites de cellules sensorielles. C'est la membrane dendritique de ces cellules qui présente les récepteurs des molécules gazeuses odoriférantes. Les informations relatives à la qualité et à l'intensité de l'odeur sont acheminées jusqu'au cerveau par les nerfs (Visser, 1986).

Les mouches des fruits sont d'abord sensibles à la qualité puis à la concentration de l'odeur. On trouve deux types de récepteurs aux odeurs : les récepteurs généralistes, non spécifiques, sensibles par exemple aux odeurs d'aliments et les récepteurs spécialistes, spécialisés sur certains composés chimiques tels qu'une phéromone particulière (Visser, 1986).

4.2.2. Les différents stimuli olfactifs

4.2.2.1. Les attractifs alimentaires

Ils sont en général riches en protéines : il peut s'agir de composés ammoniacés (Prokopy, 1972 ; Duan & Prokopy, 1992) ou d'extraits de levure (Robacker *et al.*, 1990). Duan & Prokopy (1992) proposent également le fructose et le saccharose comme attractifs alimentaires efficaces pour *R. pomonella* (Walsh).

4.2.2.2. Les composés volatils des plantes

D'après Prokopy & Roitberg (1984), les composés volatils des fruits-hôtes à maturité constituent les stimuli majeurs qui, à longue distance, orientent les Tephritidae vers leur plante hôte. Les composés volatils du feuillage semblent jouer un rôle mineur.

Ces composés attirent surtout des femelles matures et motivées par la ponte. Des études ont montré que les femelles immatures étaient nettement plus attirées par des attractifs alimentaires que par des composés volatils de fruits alors qu'on observe l'inverse chez des femelles matures (Prokopy & Vargas, 1996 ; Reynolds & Prokopy, 1997).

Féron (1962) a montré le rôle attractif du jus d'orange pour *C. capitata*. Il en est de même pour *C. rosa* (Bonacina, 1991 ; Mille, 1994). L'isolation des composants actifs de l'orange s'avérerait très utile pour la lutte contre certaines mouches des fruits (Katsoyannos *et al.*, 1997). On sait par exemple que l'hexanoate d'éthyle ainsi que les octanoates de méthyle et d'éthyle, présents dans de nombreux fruits mûrs, stimulent la ponte chez cette espèce (Jang & Light, 1996). De même, des composés volatils de la pomme, tels que l'hexanoate de butyle, sont utilisés dans la lutte contre *Rhagoletis pomonella* (Jones & Davis, 1989 ; Duan & Prokopy, 1992 ; Jang & Light, 1996). Ces différents composés attractifs sont des kairomones. Les kairomones ne sont pas spécifiques des plantes hôtes, certaines plantes non-hôtes de telle espèce de Tephritidae pouvant présenter des composés volatils qui attirent cette espèce (Jang & Light, 1996). On parlera d'allomones dans le cas de composés volatils répulsifs pour un insecte. Ainsi, les aldéhydes volatils des feuilles vertes et des fruits verts des plantes hôtes ou non-hôtes peuvent être répulsives pour des femelles matures (Jang & Light, 1996). Les interactions entre kairomones et allomones jouent un rôle capital dans la communication plantes-insectes (Prokopy & Roitberg, 1989).

4.3. Interactions entre stimuli visuels et stimuli olfactifs

Les mouches des fruits sont capables de découvrir une source d'odeur en remontant le sens du vent (Prokopy *et al.*, 1987 ; Aluja & Prokopy, 1993). Selon Féron (1962), les stimuli olfactifs ont une importance majeure à longue distance pour orienter les Tephritidae vers leur plante hôte. Néanmoins, les stimuli visuels jouent également un rôle à grande distance. Les stimuli visuels et olfactifs de la plante hôte agiraient en synergie (Green *et al.*, 1994). En effet, lorsqu'une mouche perçoit une odeur de fruit hôte, ses niveaux d'activité et de recherche visuelle augmentent (Aluja & Prokopy, 1993).

A courte distance, le rôle des stimuli visuels devient primordial (Féron, 1962). Dès qu'une femelle de *R. pomonella* arrive sur une plante hôte, après l'avoir surtout localisée olfactivement, elle repère le fruit sur la seule base de la vision si les stimuli visuels sont forts. Sinon elle s'aide du stimulus olfactif pour se rapprocher du fruit et, lorsqu'elle est suffisamment proche, le localise visuellement (Prokopy *et al.*, 1987 ; Aluja & Prokopy, 1993).

Ces interactions entre stimuli visuels et olfactifs se rencontrent non seulement lors du comportement de ponte mais aussi lors du comportement alimentaire. Par exemple, l'ajout d'une odeur alimentaire augmente bien plus l'attractivité d'une surface plane jaune (leurre alimentaire) que celle d'une sphère rouge (leurre de ponte) (Prokopy, 1972).

V. Méthodes de lutte intégrée contre les mouches des fruits

En matière de lutte contre les mouches des fruits, la lutte intégrée est fortement recommandée. En effet, elle est très avantageuse par rapport à la lutte chimique classique qui peut présenter des inconvénients tels que la résistance aux insecticides, d'importants coûts de traitements, une pollution de l'environnement, la présence de résidus de pesticides dans les fruits ou des impacts sur la faune auxiliaire (Gaouar, 1997).

Les fortes réponses des mouches des fruits à certains stimuli visuels et olfactifs favorisent l'utilisation de pièges. Ce sont des bâtis de forme et de couleur spécifiques pouvant être associés à une émission de composés volatils attractifs (Robert, 1986). La lutte intégrée contre les mouches des fruits associe des techniques de piégeages pour la surveillance des populations à une utilisation raisonnée des insecticides et à certaines mesures prophylactiques (Quilici et Franck, 1999).

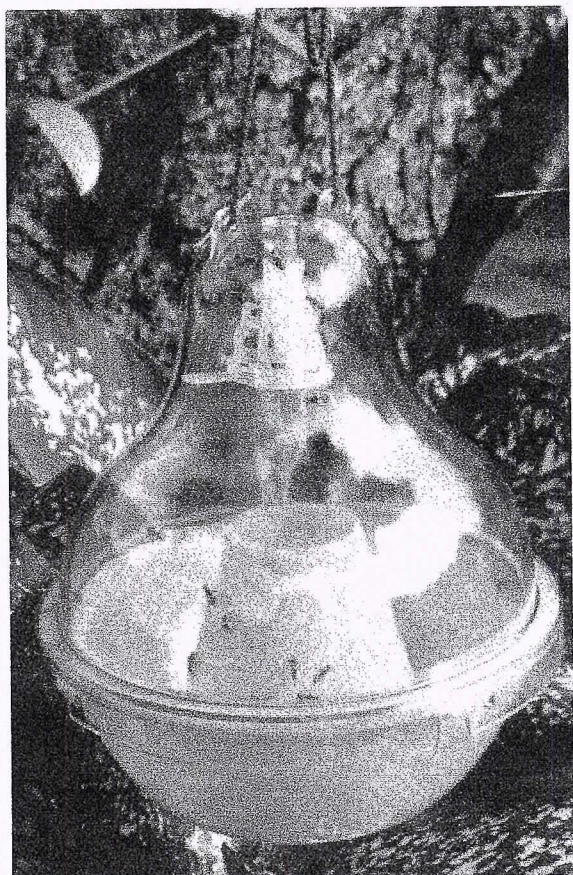


Photo 9 : *Dome Trap*, piège de type Mc Phail.
(Document technique Agrisense)

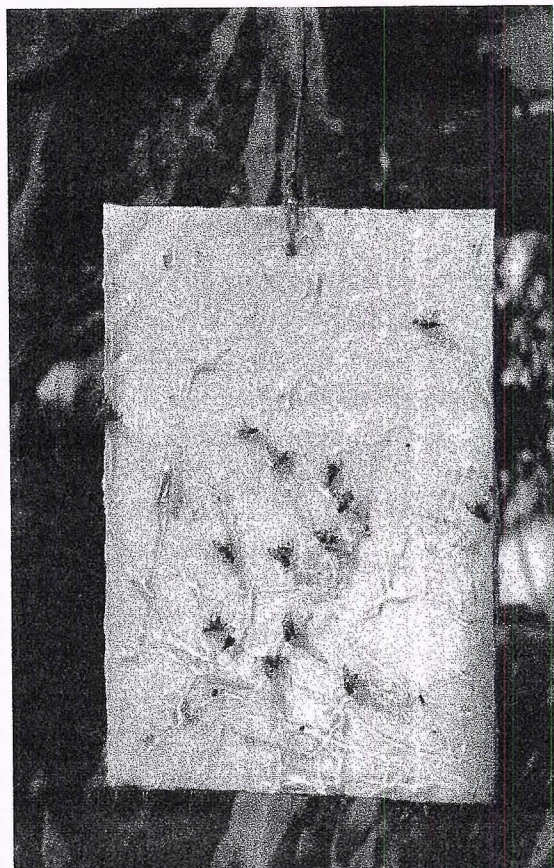


Photo 10 : Piège englué.
(cliché Goudin R.)



Photo 11 : Piège "Addis" suspendu dans un manguier
(cliché Franck A.)

5.1. Les pièges à mouches des fruits

L'installation de pièges en verger peut se faire avec deux objectifs bien distincts :

- un piègeage de surveillance qui permet de savoir le moment où il est nécessaire de traiter chimiquement (dès qu'un seuil d'intervention de capture est franchi),
- un piègeage de masse dans le but de réduire la population locale de mouches.

Il existe plusieurs type de pièges :

- les pièges de type Mc Phail : pièges alimentaires associant en règle général la couleur jaune à un attractif alimentaire en solution comme le *Dome Trap* (Agrisense, UK ; Photo 9),
- les pièges de type Nadel : pièges à sec à l'intérieur desquels est fixé un diffuseur de paraphéromone agrémenté d'une plaquette d'insecticide, le plus souvent à base de dichlorvos (DDVP), comme le *Dri-Fly Trap* (Agrisense, UK) ou le piège "Addis"^{CIRAD} (Quilici, 1993 ; Photo 10),
- les pièges englués : plaque rectangulaire jaune ou sphère associée à une couleur de ponté spécifique d'un Tephritidae recouverte d'une colle spéciale (Photo 11).

En ce qui concerne la mouche du Natal, Quilici et Franck (1999) conseillent l'installation de trois pièges "Addis" appâtés au trimedlure par hectare. Le seuil d'intervention pour les traitements par taches peut être fixé à 25 mouches par piège et par semaine (Vincenot & Quilici, 1995).

5.2. Le traitement par taches

Ce traitement consiste en la pulvérisation d'un mélange attractif-insecticide sur une partie de la culture. Quilici et Franck (1999) proposent pour *C. rosa* de pulvériser 0,2 L d'un mélange (2 L de Buminal (hydrolysât de protéine) + 275 g de fenthion + 500 g de malathion pour 100 L d'eau) sur un arbre sur deux.

Cette méthode est préconisée en verger d'agrumes et de manguier. Elle est actuellement vulgarisée à la Réunion par le Service de la Protection des Végétaux (SPV) et la Chambre d'Agriculture dans le cadre des Mesures Agri-Environnementales.

5.3. Les mesures prophylactiques

Certaines pratiques culturales s'avèrent être de bons moyens de prévention, voire de lutte contre les mouches des fruits. Il s'agit de la taille, du labourage, de l'irrigation (Gaouar, 1997), de la destruction des fruits tombés (Quilici et Franck, 1999)...

5.4. La lutte biologique

La lutte biologique contre les mouches des fruits consiste en des lâchers d'hyménoptères parasitoïdes.

5.5. La lutte autocide

Cette méthode de lutte, qui consiste en des lâchers de mâles stériles, semble très efficace pour diminuer les populations de *C. capitata* (Cayol *et al.*, 1997). Plusieurs usines, notamment au Guatemala ou au Mexique produisent en masse des mâles stériles de cette espèce. La mise en place d'une production de mâles stériles de *C. rosa* est en projet en Afrique du Sud.

Deuxième partie

*Matériel
&
Méthodes*

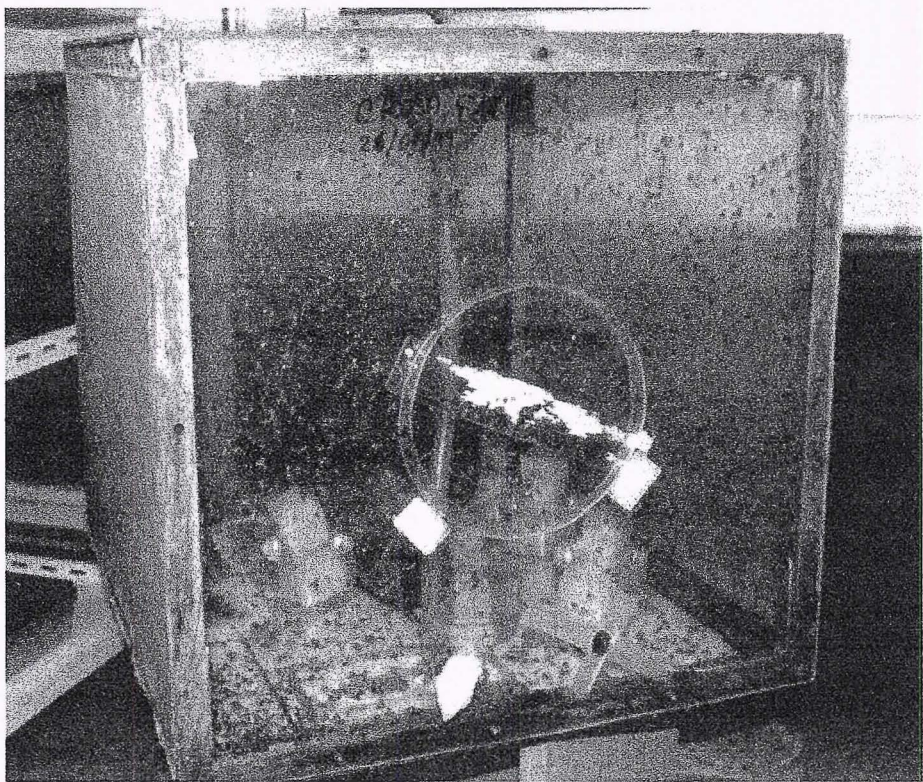


Photo 12 : Cage d'élevage de mouches de *C. rosa*.
(cliché Goudin R.)

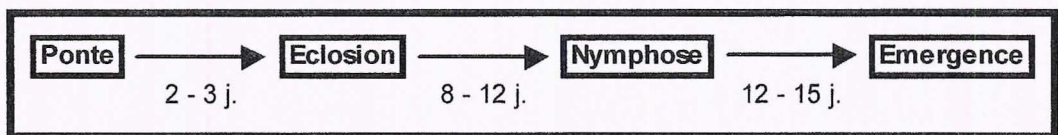


Figure 5 : Développement de *C. rosa* sur milieu artificiel à 25°C
(Bonhomme, 1992)

<u>MILIEU 1 :</u>		<u>MILIEU 2 :</u>	
Poudre de carotte déshydratée	50 g	Poudre de carotte déshydratée	12,5 g
Levure de bière	25 g	Levure de bière	31,25 g
Agar	5 g	Pomme de terre déshydratée	12,5 g
Eau + Nipagine + Benzoate	500 mL	Germe de blé	25 g
		Sucre	50 g
		Eau + Nipagine + Benzoate	500 mL
		HCl à 16,5 ‰	15 mL

Tableau 2 : Milieux utilisés pour l'élevage des larves de *C. rosa*.

I. Elevage des mouches

Les mouches utilisées proviennent d'un élevage qui a été mis en place il y a environ deux ans. L'élevage (Photo 12) est mené dans une cage de Plexiglas (50 X 50 X 60 cm) placée dans la chambre climatisée du Laboratoire d'Entomologie (Bassin-Plat) à $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ et dont l'humidité relative ($70 \pm 15\%$) est contrôlée. L'alimentation des mouches consiste en de l'eau, du sucre en poudre et de l'hydrolysate enzymatique de levure de bière (ICN Biomedicals, USA). Un entonnoir percé de trous, faisant office de pondoir, est fixé à la face supérieure de la cage ; on y dispose des morceaux de fruits (agrumes) puisque chez *C. rosa* la ponte est fortement dépendante de facteurs olfactifs. Les œufs sont récoltés tous les jours et déposés sur un premier milieu nutritif (Tableau 2). Après une semaine d'étuve à 25°C , les asticots, déjà bien développés, sont transférés sur un deuxième milieu nutritif (Tableau 2). La Figure 5 présente les intervalles de temps de développement larvaire en milieu artificiel à 25°C . Chaque boîte de ce second milieu est placée dans une boîte plus grande contenant du sable, en chambre climatisée. Le sable est ensuite tamisé afin de récupérer les pupes. Tous les 1 ou 2 jours, les adultes fraîchement émergés sont isolés en petite cage de Plexiglas aérée (30 X 30 X 30 cm) tous les 1 ou 2 jours afin de disposer de cohortes de mouches d'âge déterminé. Les mouches qui ne sont pas utilisées pour les essais, sont régulièrement introduites dans la cage d'élevage. Ainsi, au début de notre travail, l'élevage était à sa douzième génération ; il en est, après six mois de stage, à la seizième.

II. Détermination de la durée de maturation ovarienne

L'objectif de l'étude sur le développement ovarien de *C. rosa* était de déterminer à partir de quel âge les femelles atteignent leur maturité, c'est à dire leur aptitude à répondre à une motivation de ponte.

Pour cela, 30 mouches de même âge ont été disséquées chaque jour sous loupe binoculaire afin d'observer l'état de développement des ovaires. Les dissections (ouverture de l'abdomen en face dorsale à l'aide de pinces fines) ont été faites pour des mouches âgées de 3 à 11 jours, élevées dans les mêmes conditions en chambre climatisée ($24 \pm 1^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 15\% \text{HR}$; Ligne-Paradis).

Après dissection, chaque femelle reçoit une note basée sur le développement du follicule le plus précoce observé (Tzanakakis & Koveos, 1986). La grille de notation suivante a été utilisée pour caractériser l'état de développement ovarien :

- classe 1 : prévitellogénèse,
- classe 2 : début de vitellogénèse (le vitellus occupe moins de la moitié du futur ovocyte),
- classe 3 : fin de vitellogénèse (le vitellus occupe plus de la moitié du futur ovocyte),
- classe 4 : maturité (observation de 0 à 25 œufs),
- classe 5 : maturité (observation de 26 à 50 œufs),
- classe 6 : maturité (observation de plus de 50 œufs).

Le comptage des œufs lorsque la mouche est gravide est effectué en sommant le nombre d'œufs observés dans les deux ovaires.

Après traitement des résultats, on détermine l'âge de maturité des femelles qui est celui où 50 % des femelles ont atteint la maturité (classes 4, 5 et 6). Pour la suite des essais, nous utiliserons des mouches, femelles comme mâles, dont l'âge est légèrement plus élevé que cet âge de maturité des femelles.

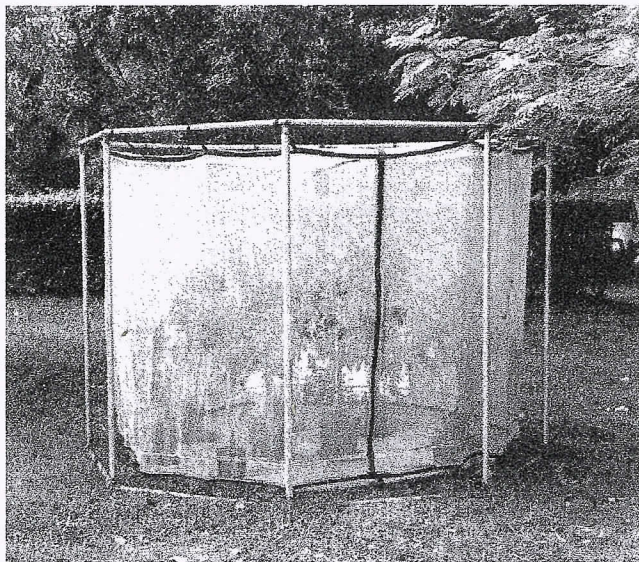


Photo 13 : Grande cage de vol.
(cliché Goudin R.)



Photo 14 : Fruits mûr et vert suspendus dans le feuillage de la plante hôte lors de l'étude du rythme circadien d'activités en grande cage de vol.
(cliché Goudin R.)

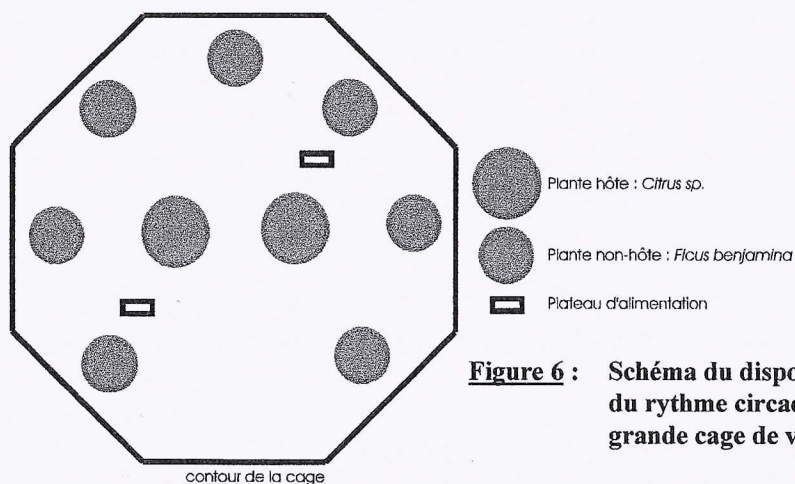


Figure 6 : Schéma du dispositif expérimental pour l'étude du rythme circadien d'activité de *C. rosa* en grande cage de vol.

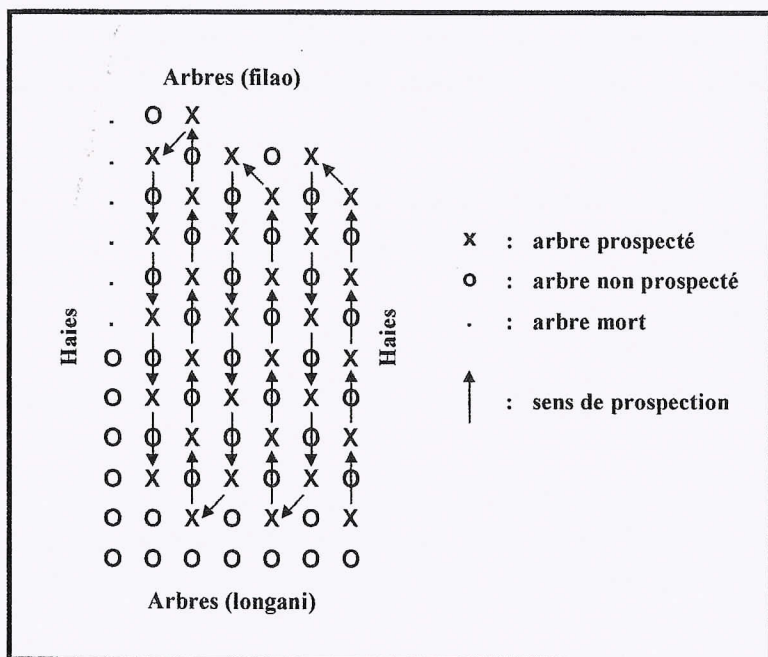


Figure 7 : Schéma du verger de tangélo (CIRAD, Bassin-Martin) prospecté dans le cadre de l'étude du rythme circadien de ponte et de fréquentation des fruits par les femelles de *C. rosa*.

III. Détermination du rythme circadien

L'objectif de cette étude était d'appréhender les activités des adultes de *C. rosa* au cours de la journée. En particulier, nous nous sommes intéressés à la fréquentation des fruits par les mouches et nous avons cherché à déterminer la période préférentielle de ponte.

3.1. Rythme circadien en grande cage de vol

3.1.1. Dispositif de l'essai

Cet essai a été mené au mois d'avril dans une grande cage de vol cylindrique de 2,90 m de diamètre et de 2 m de hauteur (Amber HDPE cage Synthetic Industries, USA), en extérieur. La cage consiste en une armature métallique sur laquelle est tendue une toile ombrière (Photo 13).

Dans la cage sont disposées deux plantes hôtes, un clémentinier (*Citrus reticulata* Blanco) et un pomélo (*Citrus paradisi* Macfad.), et sept plantes non-hôtes, *Ficus benjamina* Bush (Figure 6). Dans le feuillage de chaque plante hôte sont accrochés deux couples de fruits de tangélo (*C. reticulata* X *C. paradisi*), un vert et un mûr (Photo 14), à deux hauteurs différentes. Deux plateaux d'alimentation (sucre, hydrolysate de protéines et eau) sont également disposés dans la cage.

3.1.2. Protocole d'essai

Deux cents couples de mouches sont lâchés dans la cage à 6^H30. Des relevés portant sur le sexe, la localisation (plante (hôte ou non-hôte), paroi de la cage ou plateau d'alimentation, fruit (vert ou mûr), feuille (face inférieure ou supérieure) et tige) et l'activité (repos, déplacement, nettoyage, alimentation, appel, accouplement, ponte ou tentative de ponte) des mouches sont alors effectués toutes les heures de 7^H30 à 17^H30. A la fin de chaque relevé, on estime l'activité de vol en dénombrant le nombre de vols pendant une minute.

De plus, aux heures de relevé, sont mesurées la température (thermomètre à mercure), l'humidité (thermohygromètre, Jules Richard Instruments, France) et l'intensité lumineuse (luxmètre Lutron, Fischer Scientific, France). Une appréciation du temps (Beau, Moyennement Couvert ou Couvert) et de la force du vent (0, 1, 2 ou 3) est effectuée au début de chaque relevé. Trois séries de relevés ont été réalisées à trois jours différents et sont considérées comme trois répétitions, du fait des conditions climatiques très proches.

3.2. Rythme circadien en verger

L'objectif de cet essai est de confirmer les données en grande cage par l'observation du rythme circadien de ponte et de fréquentation des fruits par les femelles en verger. L'essai a été réalisé dans un verger de tangélo non traité situé dans la station du CIRAD de Bassin-Martin, à 300 m d'altitude, dans le sud de l'île.

Le protocole suivant a été mis en place : le verger est prospecté à différentes heures au cours de la journée (7^H30, 9^H30, 11^H30, 13^H30, 15^H30, 16^H30 et 17^H30) en visitant un arbre sur deux selon le plan présenté en Figure 7. Pour chaque arbre visité, on note l'activité des femelles de *C. rosa* observées sur les fruits mûrs (couleur orange) et non-mûrs (couleur jaune à vert), situés sur la périphérie de l'arbre entre 50 cm et 2 m de hauteur dans la mesure où ils sont facilement visibles. Les activités notées sont

les mêmes que pour l'essai de rythme circadien en grande cage de vol. A chaque heure de relevé on apprécie également les conditions climatiques et la force du vent à l'aide d'échelles de notation simple et l'intensité lumineuse est en outre mesurée au milieu de verger à l'aide du luxmètre Lutron. Chaque prospection effectuée sur la parcelle a nécessité environ une demi-heure. Deux répétitions sont réalisées les 27 et 29 avril 1999.

IV. Stimuli visuels

Pour l'étude des stimuli visuels, les différents essais mis en place ont été réalisés en grande cage de comportement. Le principe de ces essais est de suspendre des leurres différemment colorés ou (et) de taille différente au dessus ou dans un massif végétal (agrumes) et de compter, à intervalle régulier, un nombre de mouches. La comparaison des nombres de mouches recensées sur tel ou tel traitement (association de forme, taille et couleur particulières) au sein d'un même essai pourra éventuellement permettre la mise en évidence du traitement le plus attractif pour les mouches. Les différents essais ont été conduits entre les mois d'avril et août ; pour chaque essai, trois répétitions correspondant à trois jours différents ont été réalisées.

4.1. Les leurres utilisés

Les leurres suivants ont été utilisés :

- leurres plans : rectangles en carton (10 X 15 cm) recouverts de papier plastifié blanc.
- leurres sphériques :
 - balles de ping-pong (3,8 cm de diamètre),
 - boules en bois de différents diamètres : 2 cm, 8 cm et 12 cm,
 - sphères en plastique de 8,5 cm de diamètre.

Les leurres ont été peints avec différentes couleurs en fonction des essais :

- couleurs fluorescentes (Fluo Color Alac Spray, Herpé, France) : jaune fluo, orange fluo, rouge fluo, rose fluo, rose-fluo,
- couleurs simples (Pébéo, peintures acryliques brillantes pour bois, carton, plâtre..., France) :
 - Jaune Foncé (JF), Jaune Clair (JC) (utilisé pour certains essais à la place du jaune foncé car cette dernière couleur n'était plus disponible), Vermillon (V), Vert Lumière (VL), Bleu Moyen (BM), Noir Profond (NP) et Blanc (B),
 - gamme d'Oranges : O1 (60 % JF + 40 % V), O2 (70 % JF + 30 % V), O3 (80 % JF + 20 % V), O4 (90 % JF + 10 % V) et O5 (60 % JC + 40 % V),
 - gamme de Jaunes : J1 (75 % JF + 25 % B), J2 (50 % JF + 50 % B) et J3 (25 % JF + 75 % B),
 - gamme de Verts : V1 (20 % JF + 80 % VL), V2 (40 % JF + 60 % VL), V3 (60 % JF + 40 % VL) et V4 (80 % JF + 20 % VL),
 - Gris : G (23 % NP + 67 % B).

Les oranges O2, O3 et O4, réalisés avec les mélanges notés ci-avant, correspondent respectivement aux mélanges suivants : (25 % JF + 75 % O1), (50 % JF + 50 % O1) et (75 % JF + 25 % O1).

Ces différentes couleurs ont été analysées à l'aide d'un chromamètre (Minolta CR300) (Annexe 3).

Avant d'être peints, les leurres sont recouverts d'une sous-couche incolore (peinture aérosol – sous-couche, Mr. Bricolage, France) pour que la peinture adhère mieux à leur surface.

Les leurres sont suspendus grâce à un fil de fer fin, souple et engainé dans un manchon plastifié (câble téléphonique, France Télécom).

N°	Essai	Introduction des mouches	Introduction des leurres	premier relevé	intervalle de relevé	dernier relevé	effectif de départ	dispositif	leurres	traitements
1	couleurs simples	7:00	8:00	8:30	30 min.	18:00	200	potence	balles de ping-pong	Jaune Foncé Vermillon Orange O1 Vert Lumière Bleu Moyen Noir Profond Blanc Gris
2				9:00	1 H.				rectangles	
3	couleurs fluo	7:00	8:00	8:30	30 min.	18:00	200	potence	balles de de ping-pong	Jaune Foncé jaune fluo orange fluo rouge fluo rose fluo vert fluo
4				9:00	1 H.				rectangles	
5	nuances de orange	7:00	8:00	8:30	30 min.	18:00	200	potence	balles de de ping-pong	Orange O1 Orange O2 Orange O3 Orange O4 Jaune Foncé
6	nuances de vert	7:00	8:00	8:30	30 min.	18:00	200	potence	balles de ping-pong	Vert Lumière Vert V1 Vert V2 Vert V3 Vert V4 Jaune Foncé
7	nuances de jaune	7:00	8:00	8:30	30 min.	18:00	200	potence	balles de de ping-pong	Jaune Foncé Jaune J1 Jaune J2 Jaune J3 Blanc
8	taille	7:00	8:00	8:30	30 min.	18:00	200	potence	boules en bois	Orange O1
9									&	Vert Lumière
10									balles de ping-pong	Jaune Clair
11	taille & couleur	15:00	15:45	16:00	15 min.	18:15	400	potence	boules en bois de 8 cm et 12 cm	Jaune Clair Orange O1 Vermillon
12	plante hôte	15:00	15:45	16:00	15 min.	18:15	400	plante hôte	sphère en plastique de 8,5 cm	Jaune Clair Orange O5

Tableau 2 : Méthodologie des différents essais utilisant des leurres englués

4.2. Les différentes méthodes

4.2.1. Leurres suspendus sur une potence

Pour la majorité des essais, les leurres sont suspendus sur une potence verticale placée au milieu de la cage. Cette potence, posée sur une plaque en bois carrée de 1,50 m de côté, est munie de deux bras parallèles en forme de 'H' situés à 1,70 m de hauteur. Un massif végétal, composé de quatre lignes de cinq plants de limettier (*Citrus aurantifolia* Swingle) de 1,10 m de hauteur, entoure la potence. Ces lignes de plants sont parallèles aux bras de la potence et recouvrent la plaque en bois (Figure 8).

Les leurres, disposés en deux blocs de traitements, un sur chaque bras de la potence, sont ainsi suspendus à quelques dix centimètres au dessus du couvert végétal. Dans chaque bloc et pour chaque répétition, l'ordre des traitements est aléatoire. Les leurres sont recouverts d'une colle spéciale non toxique et inodore (Tangle-Trap, Tanglefoot®, Biosystèmes France) qui englue et retient les mouches dès qu'elles se posent dessus.

Un effectif connu de mouches est introduit dans la cage quelque temps avant l'introduction des leurres. Ceci permet aux insectes de s'acclimater à l'environnement semi-naturel qui leur est offert. Ensuite, à intervalle régulier, les mouches sont retirées des leurres englués à l'aide d'une pince fine et comptabilisées selon le traitement en sommant les effectifs capturés sur les deux blocs.

Le Tableau 3, dernière ligne exceptée, nous présente les caractéristiques des différents essais réalisés avec le dispositif et le protocole précédemment décrits.

L'objectif des quatre premiers essais était d'appréhender l'attractivité de différentes couleurs sur leurres sphériques (imitant un fruit) et sur leurres plans (imitant une feuille) pour les femelles matures et les mâles de *C. rosa*. Dans les essais 3 et 4, on a cherché de plus à évaluer l'impact de l'ajout de la fluorescence sur différentes couleurs, en particulier sur le jaune, couleur dite "alimentaire" pour la plupart de Tephitidae.

Pour les essais 5, 6 et 7, on a essayé de découvrir des couleurs très attractives sur leurres sphériques pour les femelles matures au sein de dégradés de couleurs. Les couleurs pour réaliser les dégradés ont été choisies en fonction des résultats des essais précédents. Le choix de ces couleurs est explicité dans la partie 'Résultats' relative à ces essais.

L'objectif des essais 8, 9 et 10 était d'appréhender l'attractivité de différentes tailles sur leurres sphériques de différentes couleurs pour les femelles matures. Les différentes tailles utilisées étaient en fonction du matériel disponible et parce que des sphères de telles tailles pouvaient imiter différents fruits. Les couleurs retenues ont été choisies en fonction des résultats des essais 5, 6 et 7.

Enfin, l'essai 11 confrontait des sphères de différentes taille et couleur, choisies en fonction des résultats des essais 8, 9 et 10. L'objectif de cet essai est de découvrir la combinaison taille-couleur la plus attractive pour les femelles matures dans la période allant de 15^H00 à 18^H15. Le choix de la période des relevés et de l'utilisation de la couleur vermillon sont explicitées dans la partie 'Résultats' relative à cet essai.

L'Annexe 4 présente des photos de quelques-uns de ces essais.

En outre, on effectue une rotation des leurres au sein de chaque bloc à chaque relevé. Ceci permet d'éviter ou de diminuer une quelconque influence de la position des leurres. L'intensité lumineuse et la température sont également mesurées à chaque relevé.

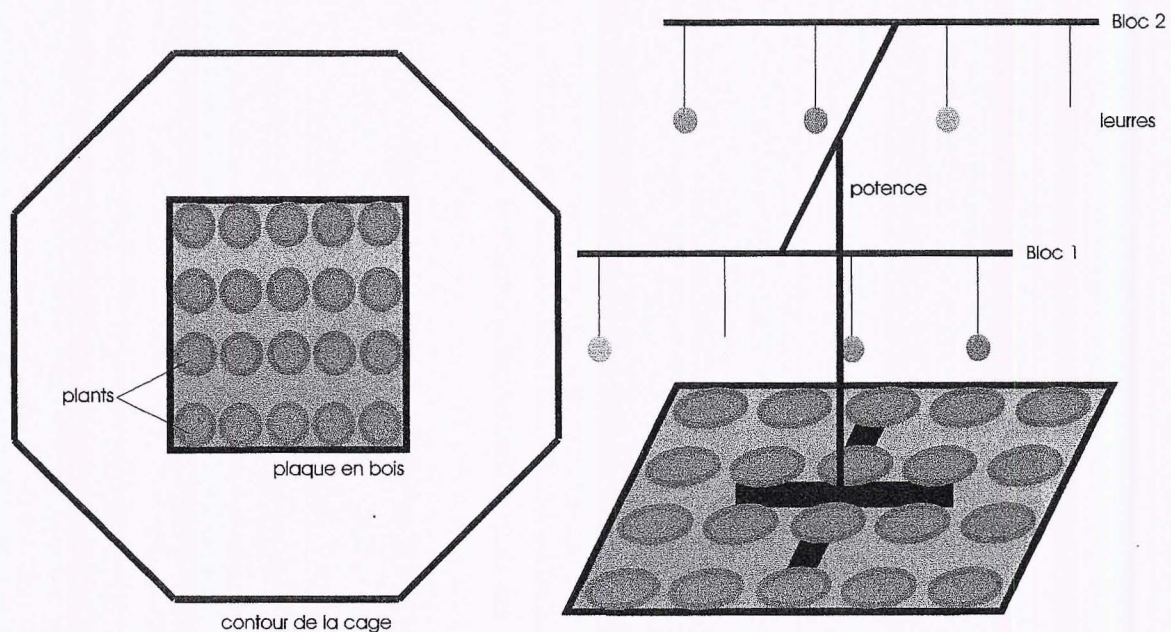


Figure 8 : Schéma du dispositif expérimental utilisant une potence verticale pour l'étude des stimuli visuels en grande cage de vol.

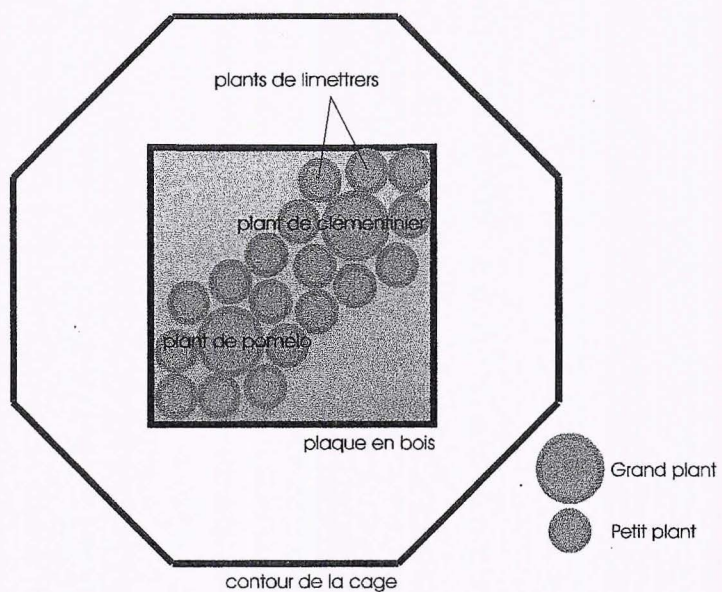


Figure 9 : Schéma du dispositif expérimental pour l'étude des stimuli visuels dans la plante hôte en grande cage de vol.

4.2.2. Leurres suspendus dans la plante hôte

Pour cet essai, des plants d'agrumes sont disposés sur une plaque en bois carrée de 1,50 m de côté, selon le dispositif présenté dans la Figure 9. Le clémentinier et le pomélo ont une hauteur d'environ 1,50 m et les limettiers une hauteur d'environ 1,10 m.

L'objectif de cet essai était de discerner entre deux couleurs attractives (d'après les résultats des essais précédents) celle qui serait la plus attractive dans le feuillage d'une plante hôte. Les leurres sphériques ont été suspendus dans le feuillage pour que les mouches les assimilent encore plus à des fruits.

La taille des leurres a été choisie en fonction des essais précédents.

Les leurres utilisés sont les sphères de 8,5 cm de diamètre engluées. Trois couples de leurres sont accrochés dans chacun des deux grands plants aux mêmes hauteurs (Photo en Annexe 4). Un couple consiste en deux sphères de différentes couleurs suspendues à la même hauteur et espacées d'une trentaine de centimètres.

Le protocole est similaire à celui suivi pour les essais utilisant la potence, mais on n'effectue pas de permutations des sphères à chaque relevé.

La dernière ligne du Tableau 3 présente les caractéristiques de cet essai, les sphères étant suspendues à 50, 90 et 120 cm de hauteur. La raison du choix de la période des relevés est la même que pour l'essai 11.

Le dénombrement des mouches se fait en sommant les nombres de mouches capturées sur toutes les sphères d'une même couleur.

V. Stimuli visuels & olfactifs

Pour l'étude des stimuli visuels et olfactifs, un seul essai a été réalisé. On a effectué trois répétitions (trois jours différents).

5.1. Leurres et attractifs utilisés

Les leurres utilisés sont des sphères de 8,5 cm de diamètre, coupées en deux selon la section horizontale de plus grand diamètre et dont l'hémisphère inférieure est percée de 49 trous (Photo en Annexe 4). Un système de fil de couture "invisible" et un morceau de fil de fer permettent de les suspendre.

L'intérêt d'utiliser des sphères criblées est double : cela peut permettre la diffusion de molécules odoriférantes d'une substance déposée préalablement à l'intérieur, mais également la ponte des mouches femelles dans la sphère.

Les sphères sont recouvertes d'une sous-couche puis peintes. Deux couleurs (Pébéo France) sont utilisées :

- le jaune clair (JC),
 - l'orange O6 : 77 % JC + 20 % Rouge Vif (utilisé car le vermillon n'était plus disponible) + 3 % B.
- Cette couleur a été analysée au chromamètre (Annexe 3)

Certaines modifications ont été apportées, suite à trois essais préliminaires réalisés dans la plante hôte (même dispositif que l'essai 12), avant d'obtenir les leurres décrits ci-avant. L'objectif de ces essais préliminaires était de trouver un lure sphérique dans lequel les femelles de mouches pondraient :

- premier essai préliminaire : Les leurres sont les mêmes que ceux présentés ci-avant, mais avec des trous percés sur la partie supérieure de la sphère. De l'eau est déposée dans chaque sphère dans la mesure où la présence d'humidité favorise la ponte (Féron, 62).
- second essai préliminaire : on remplace l'eau par de la pulpe de tangor ortanique (*Citrus reticulata* Blanco X *Citrus sinensis* Obs.), qui est un fruit hôte. Les trous sont toujours sur la partie supérieure de la sphère.
- troisième essai préliminaire : les leurres sphériques sont retournés de façon à ce que les trous soient situés sur la partie inférieure et la pulpe de tangor est déposée dans un récipient cylindrique placé dans la sphère. Cette formule est enfin retenue car les femelles pondent dans de tels leurres ; lors des deux essais préliminaires, il n'y avait pas (ou très peu) eu de dépôt d'œufs dans les leurres.

Les différents traitements olfactifs sont du jus de tangor ortanique (fruit hôte), résultant d'un broyat de la pulpe juste avant l'essai, et de la solution de levure de Torula (2 granules de Torula pour 200 mL d'eau) (attractif alimentaire). 30 mL d'attractif sont déposés dans chaque sphère colorée.

5.2. Dispositif et protocole d'essai

Pour cet essai, on utilise la potence selon le même dispositif que pour les essais 'stimuli visuels'. Le protocole suivi est similaire à celui pour les essais 'stimuli visuels' mis à part que l'on n'utilise pas de leurres englués, la colle pouvant obstruer les trous.

250 femelles matures sont introduites dans la cage à 14^H00 et les leurres, à 14^H45. Le principe de l'essai est de compter les femelles posées sur les sphères tous les quarts d'heure de 15^H00 à 18^H15. Le dénombrement se fait en sommant les nombres de mouches observées sur le même traitement (Tableau 4). Les sphères subissent, de plus, une permutation tous les quarts d'heure dans chaque bloc.

	couleur	attractif
Traitement 1	Jaune Clair	tangor
Traitement 2	Orange O6	tangor
Traitement 3	Jaune Clair	Torula
Traitement 4	Orange O6	Torula

**Tableau 3 : Présentation des traitements de l'essai
'stimuli visuels & olfactifs'**

A la fin de l'essai, les œufs déposés dans les sphères sont dénombrés. Le fait de compter les œufs permettra d'évaluer directement, après analyse des résultats, si tel ou tel traitement est lié à une motivation de ponte.

Troisième partie

Résultats

I. Détermination de la durée de maturation ovarienne

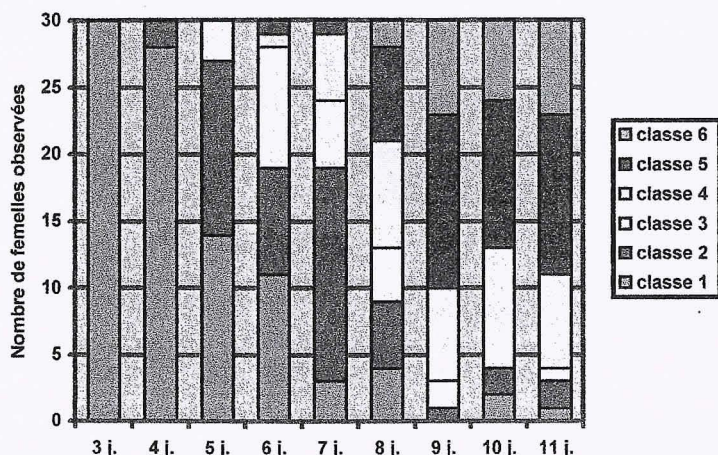


Figure 10 : Répartition des différentes classes de développement ovarien pour des femelles de *C. rosa* âgées de 3 à 11 jours, à 24°C.

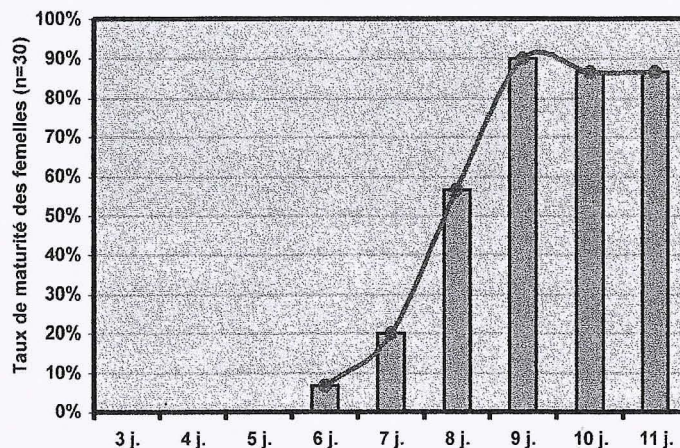


Figure 11 : Evolution du taux de maturité ovarienne pour des femelles de *C. rosa* âgées de 3 à 11 jours, à 24°C.

La Figure 10 nous montre que, chez des femelles de *C. rosa* maintenues à 24°C, la vitellogénèse (classe 2 et 3), commence au 4^{ème} jour. Il faut attendre le 6^{ème} jour pour observer les premiers états de maturité ovarienne (classe 4, 5 et 6) ; 7 % des femelles observées se révèlent alors matures (Figure 11). Du 6^{ème} au 9^{ème} jour, la part des femelles matures augmente de façon exponentielle pour atteindre ensuite un pallier après (Figure 11).

En outre, la part des classes supérieures parmi les femelles matures augmente au cours du temps (Figure 10). Dès le 8^{ème} jour apparaissent des mouches dont les deux ovaires contiennent au total plus de 50 œufs (classe 6). Les ovaires de telles mouches, hypertrophiés, sont nettement visibles à l'œil nu et occupent tout l'espace dans l'abdomen ; une des douze femelles de classe 6 disséquées présentait 91 œufs dans les deux ovaires.

Le seuil des 50 % de maturité étant le 8^{ème} jour (Figure 11), nous considérerons que cet âge constitue l'âge de maturité des femelles. Toutefois, une partie des femelles observées, environ 10 %, n'a toujours pas atteint la maturité au 11^{ème} jour. Pour les essais suivants, nous utiliserons donc des mouches plus âgées : de 14 à 17 jours.

II. Détermination du rythme circadien

2.1. Rythme circadien en grande cage de vol

Pour le traitement des résultats de rythme circadien en grande cage de vol, nous n'avons tenu compte que des mouches posées sur les plantes, hôtes ou non-hôtes. Les mouches présentes sur les parois de la cage et le plateau d'alimentation ont été écartées des résultats.

Sur les 400 mouches lâchées au début de chaque répétition, nous avons pu en recenser, en moyenne, le tiers sur les plantes. Nous nous intéresserons ici principalement aux femelles.

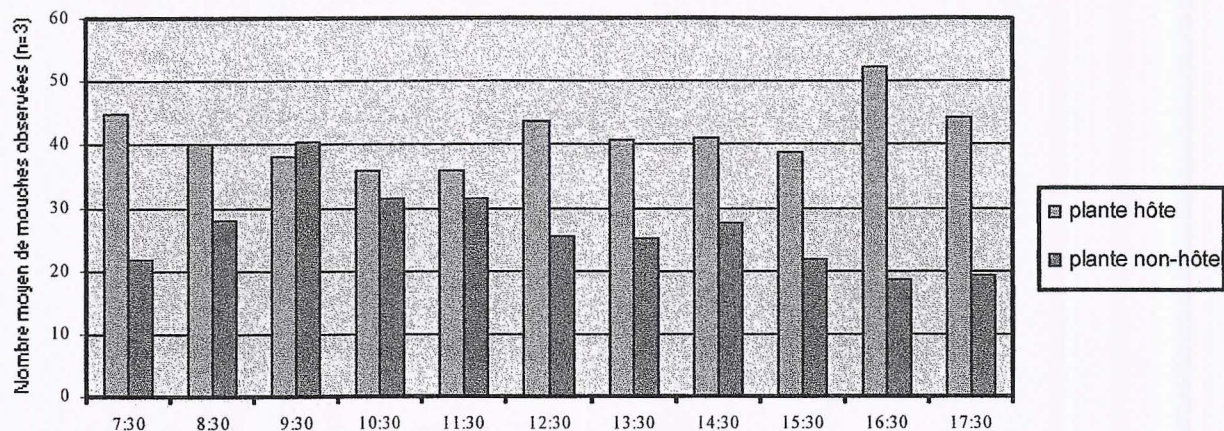


Figure 12 : Evolution du nombre moyen de femelles de *C. rosa* observées sur les plantes hôtes et les plantes non hôtes au cours de la journée

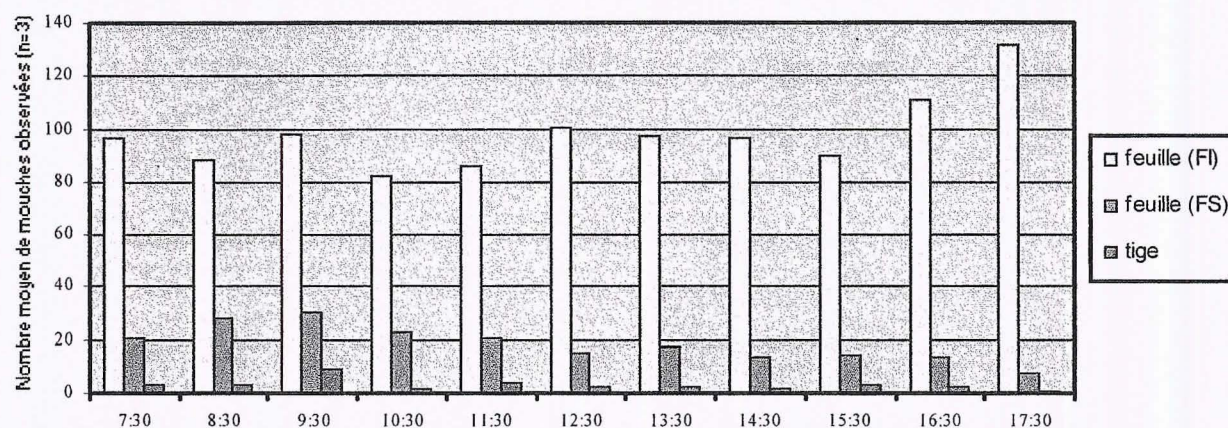


Figure 13 : Evolution du nombre moyen de femelles de *C. rosa* observées sur les feuilles, face inférieure et face supérieures, et les tiges des plantes hôtes ou non-hôtes au cours de la journée

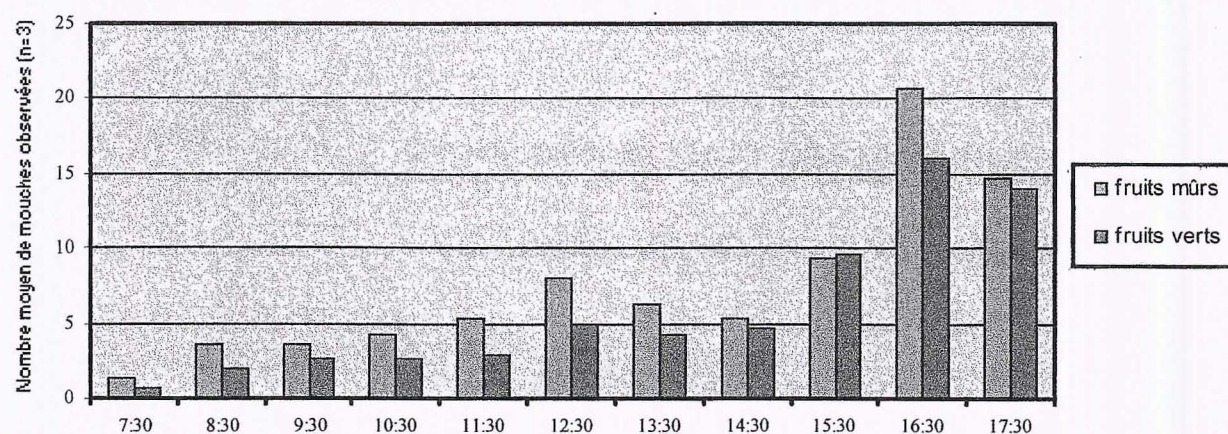


Figure 15 : Evolution du nombre moyen de femelles de *C. rosa* observées sur fruits verts et mûrs au cours de la journée

2.1.1. Localisation des femelles

En règle générale, les femelles de *C. rosa* sont plus souvent observées sur plante hôte que sur plante non-hôte (Figure 12). Cette différence est très marquée à partir de 16^H30 où plus de 70 % des femelles fréquentent préférentiellement les plantes hôtes.

Au sein de l'appareil caulinaire aérien des plantes, hôtes ou non-hôtes, les feuilles sont nettement plus fréquentées que les tiges tout au long de la journée. En particulier, la face inférieure des feuilles est nettement préférée à la face supérieure (Figure 13).

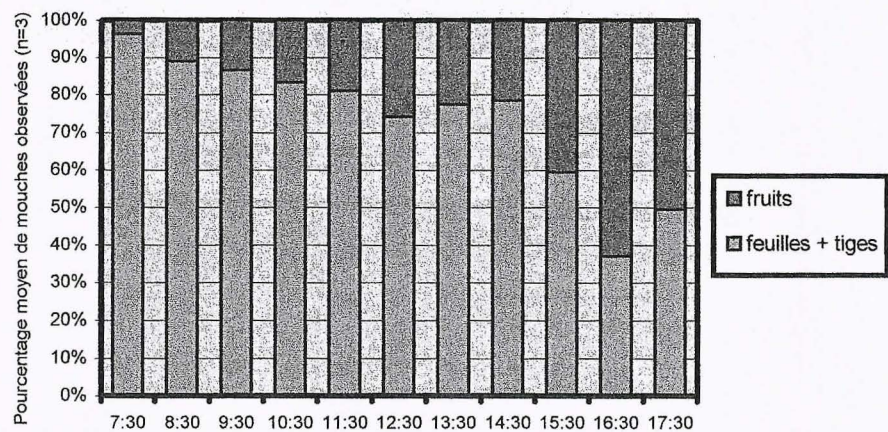


Figure 14 : Répartition des femelles de *C. rosa* observées sur l'appareil caulinaire et les fruits des plantes hôtes au cours de la journée.

La Figure 14 nous montre que, dans les plantes hôtes, jusqu'à 14^H30, les femelles sont nettement plus observées sur l'appareil caulinaire que sur les fruits. Puis, nous observons, dès 15^H30, un intérêt plus grand pour les fruits : 40 % des femelles observées sont sur les fruits à 15^H30 contre 21 % à 14^H30. Dès 16^H30, les fruits sont préférés à l'appareil caulinaire. Une légère préférence semble se manifester pour les fruits mûrs (Figure 15).

2.1.2. Rythmes circadiens d'activités

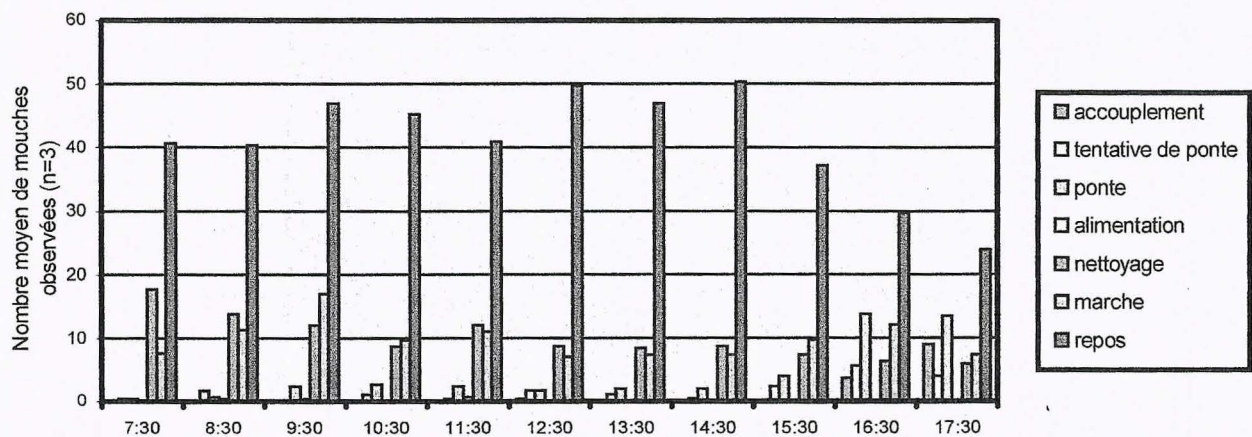


Figure 16 : Répartition des différentes activités des femelles de *C. rosa* observées sur plantes au cours de la journée.

La Figure 16 nous révèle que l'activité principale des mouches femelles est le repos, suivi de la marche et du nettoyage. Très peu de mouches ont été observées en train de s'alimenter.

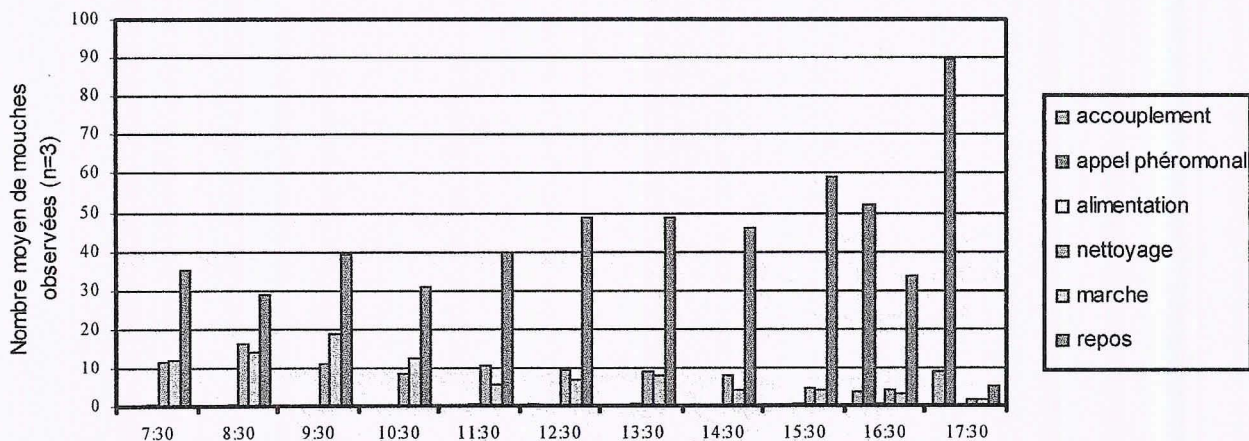


Figure 17 : Répartition des différentes activités des mâles de *C. rosa* observés sur plantes au cours de la journée.

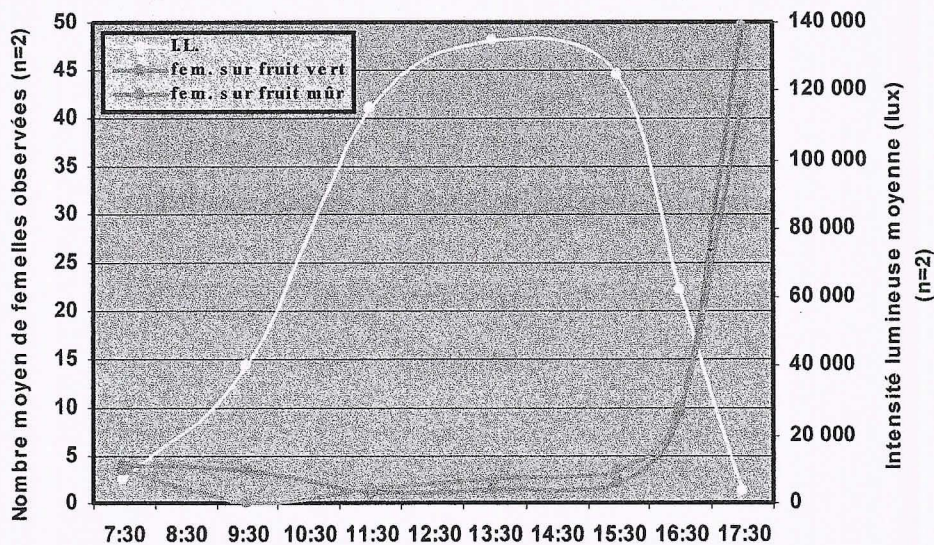


Figure 20 : Evolution de la fréquentation moyenne des fruits mûrs et verts par des femelles de *C. rosa* dans un verger de tangélo et de l'intensité lumineuse moyenne au cours de la journée

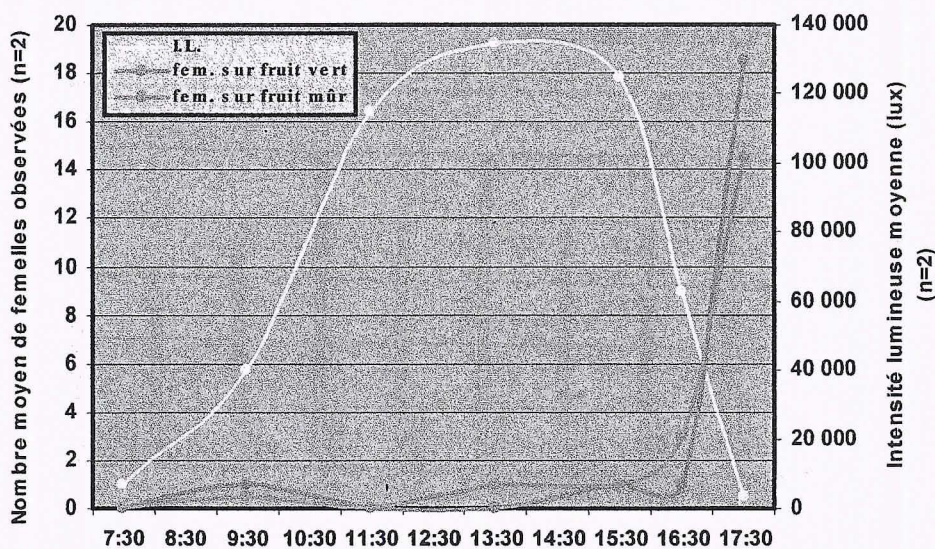


Figure 21 : Evolution du nombre moyen de femelles de *C. rosa* observées en ponte ou en tentative de ponte sur fruits mûrs et verts dans un verger de tangélo et de l'intensité lumineuse moyenne au cours de la journée

Les mêmes constatations peuvent être faites pour les mâles (Figure 17). La part des mouches au repos commence à diminuer dès 15^H30 pour les femelles et dès 16^H30 pour les mâles. Parallèlement, nous observons une augmentation croissante de l'activité de vol en fin de journée (Figure 18). L'activité de vol est particulièrement faible en milieu de journée, dans la période où l'intensité lumineuse est particulièrement forte ; il semblerait qu'il y ait aussi une influence du vent sur l'activité des mouches.

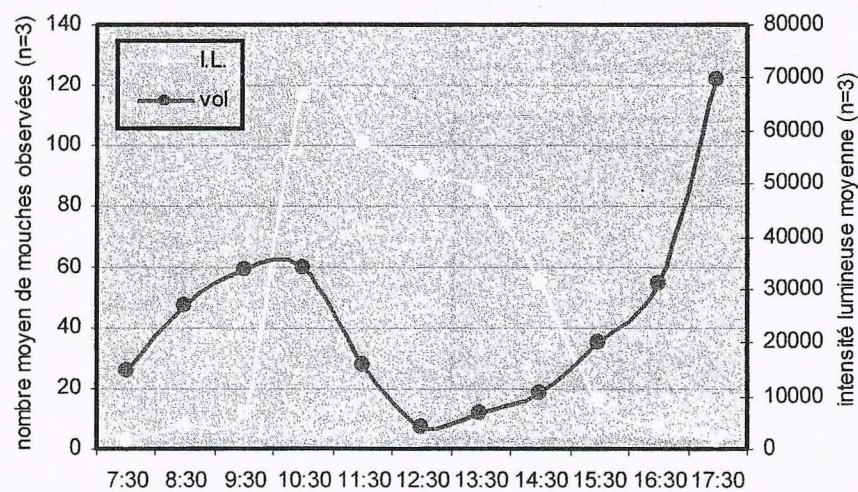


Figure 18 : Evolution du nombre moyen d'adultes de *C. rosa* observés en vol et de l'intensité lumineuse moyenne au cours de la journée

La Figure 19 nous montre qu'en fin de journée les femelles en ponte et en tentative de ponte sont nettement plus nombreuses qu'auparavant. De plus, à partir de 16^H30, l'activité de ponte ou de tentative de ponte est plus fréquente que les autres activités sur fruit. Dans cette même période, nous observons des activités qui n'étaient pas apparues auparavant : l'accouplement et l'appel phéromonal des mâles (Figures 16 et 17). A 17^H30, 84 % des mâles observés sont en appel. Il semblerait que les activités de ponte et celles liées au comportement sexuel se déroulent préférentiellement en fin d'après-midi.

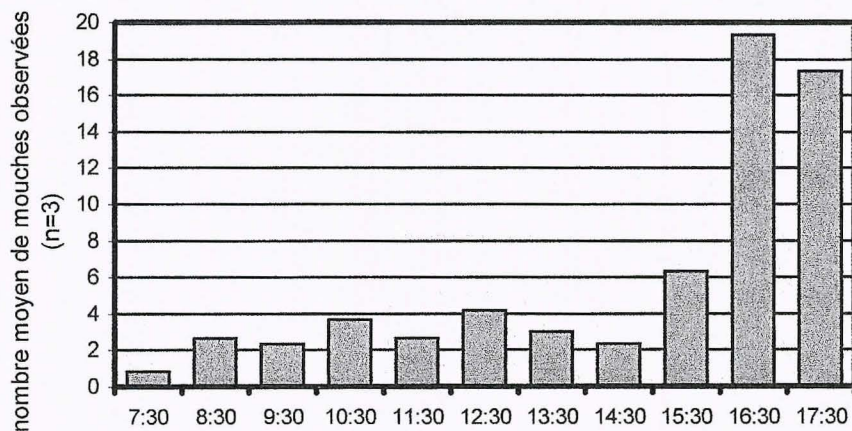


Figure 19 : Evolution du nombre moyen de femelles de *C. rosa* observées sur fruits en ponte ou en tentative de ponte au cours de la journée

2.2. Rythme circadien en verger

La Figure 20 nous montre que la fréquentation des fruits est très faible de 7^H30 à 15^H30 et augmente de 15^H30 à 17^H30. Cette augmentation est particulièrement forte de 16^H30 à 17^H30. Le rythme de ponte suit les mêmes tendances que le rythme de fréquentation des fruits au cours de la journée (Figure 21). On remarque que l'augmentation croissante des observations par relevé, dès 15^H30, se fait parallèlement à une diminution croissante de l'intensité lumineuse.

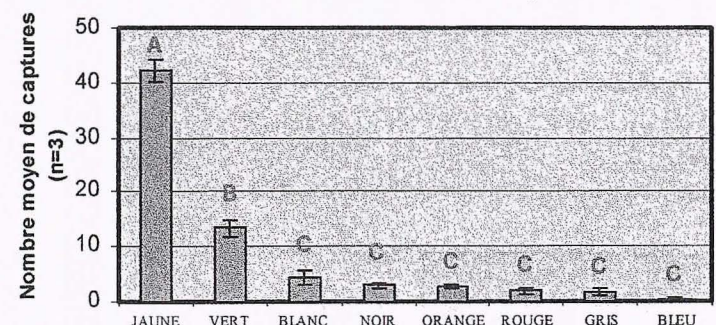


Figure 22 : Attractivité de leurres rectangulaires de différentes couleurs simples sur les femelles matures de *C. rosa*. (34,8 % de capture par rapport à l'effectif de départ)

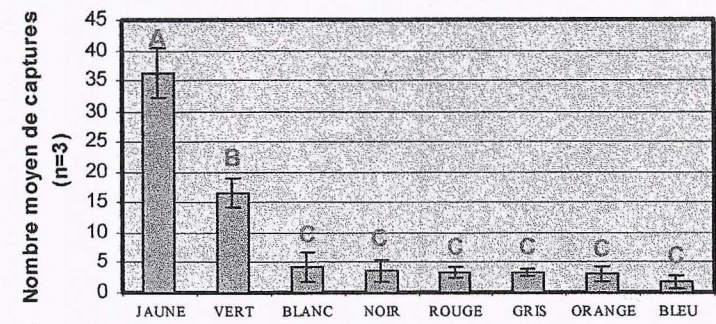


Figure 23 : Attractivité de leurres rectangulaires de différentes couleurs simples sur les mâles de *C. rosa*. (36,2 % de capture)

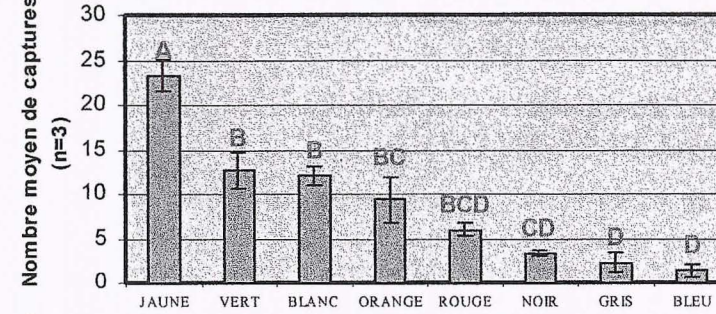


Figure 24 : Attractivité de sphères (balles de ping-pong) de différentes couleurs simples sur les femelles matures de *C. rosa*. (35,2 % de capture)

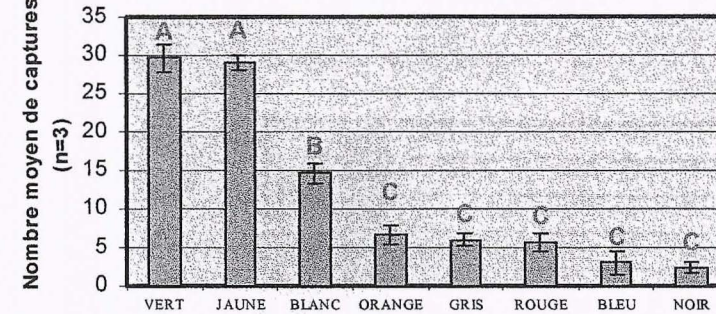


Figure 25 : Attractivité de sphères (balles de ping-pong) de différentes couleurs simples sur les mâles de *C. rosa*. (48,5 % de capture)

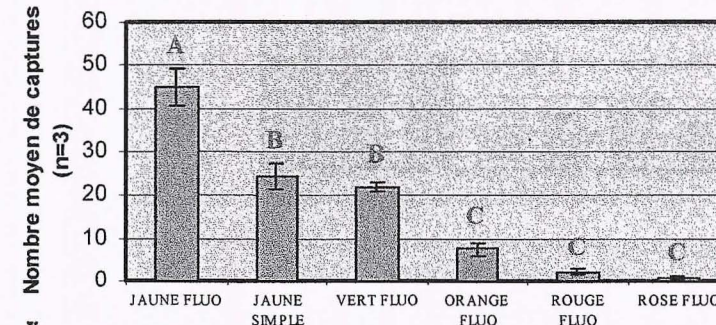


Figure 26 : Attractivité de leurres rectangulaires de différentes couleurs fluorescentes sur les femelles matures de *C. rosa*. (51,2 % de capture)

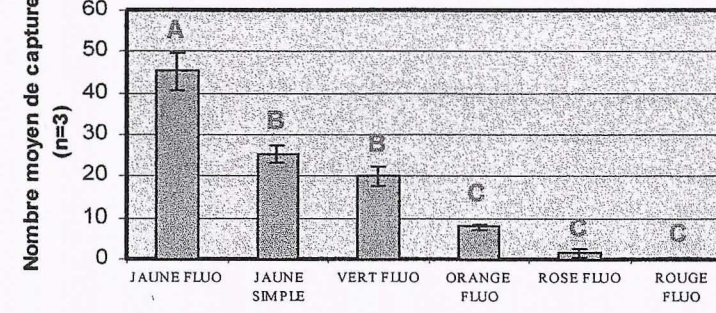


Figure 27 : Attractivité de leurres rectangulaires de différentes couleurs fluorescentes sur les mâles de *C. rosa*. (50,3 % de capture)

III. Stimuli visuels

Pour l'analyse des résultats, on somme pour chaque répétition la totalité des effectifs dénombrés par traitement et on réalise pour chaque essai une analyse de variance à l'aide du logiciel STATITCF, suivie d'un test de Newman-Keuls lorsque des différences significatives apparaissent entre les différents traitements.

3.1. Comparaison d'une gamme de couleurs

3.1.1. Comparaison d'une gamme de couleurs simples

3.1.1.1. Leurres rectangulaires

Les Figures 22 et 23 nous montrent que le jaune est significativement plus attractif que les autres couleurs testées. Il totalise 50,2 % des effectifs capturés pour les mâles et 60,8 % pour les femelles. Cette couleur est suivie du vert qui est, de même, significativement plus attractif que les autres couleurs (23 % de capture pour les mâles, 19,1 % pour les femelles). Aucune différence significative n'apparaît entre les attractivités du blanc, du noir, de l'orange, du rouge, du gris, et du bleu.

3.1.1.2. Leurres sphériques (balles de ping-pong)

Sur sphères, le jaune est également la couleur significativement la plus attractive pour les femelles mûres parmi les couleurs testées (Figure 24). Il est suivi du vert et du blanc qui sont significativement plus attractifs que le noir, le gris et le bleu. Aucune différence significative n'apparaît entre ces deux couleurs et l'orange et le rouge. L'orange est enfin une couleur moyennement attractive pour les femelles mûres dans la mesure où son attractivité est significativement différente de celle du gris et du bleu.

En ce qui concerne les mâles, les effectifs capturés sont significativement plus importants sur les sphères jaunes et vertes (Figure 25). Aucune différence significative n'apparaît entre ces deux couleurs. Le blanc est significativement plus attractif que l'orange, le gris, le rouge, le bleu et le noir qui sont les couleurs les moins attractives.

3.1.2. Comparaison d'une gamme de couleurs fluorescentes

Les couleurs fluorescentes semblent plus attractives que les couleurs non fluorescentes : bien que les différents essais ne puissent être comparés statistiquement, nous remarquons que les essais "couleurs fluorescentes" ont totalisé en moyenne 49,9 % de captures contre 38,7 % pour les essais "couleurs simples".

3.1.2.1. Leurres rectangulaires

Les Figures 26 et 27 nous montrent que, sur leurres rectangulaires, les mouches mâles et femelles sont significativement plus attirées par le jaune fluorescent que par un jaune simple (JF). Nous observons également que le vert fluorescent est aussi attractif que le jaune foncé. Les autres couleurs fluorescentes sont significativement moins attractives.

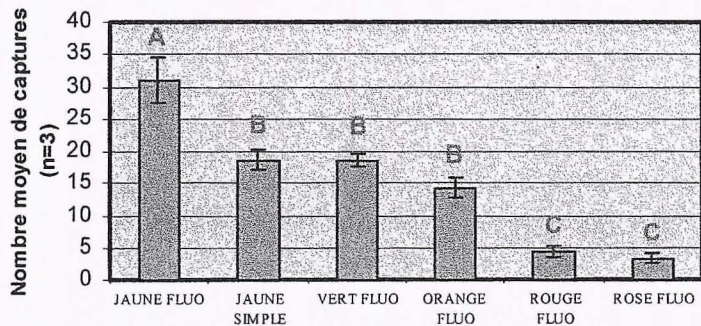


Figure 28 : Attractivité de sphères (balles de ping-pong) de différentes couleurs fluorescentes sur les femelles matures de *C. rosa*.
(45,2 % de capture)

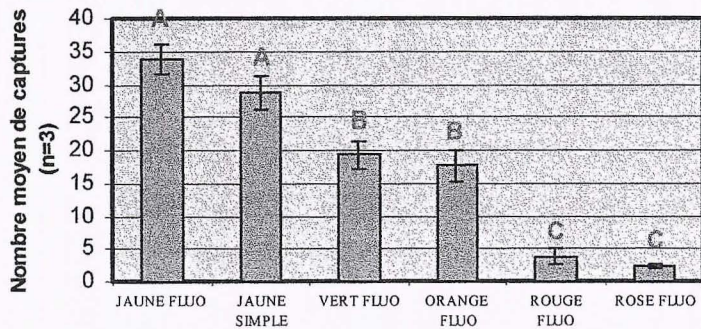


Figure 29 : Attractivité de sphères (balles de ping-pong) de différentes couleurs fluorescentes sur les mâles de *C. rosa*.
(52,7 % de capture)

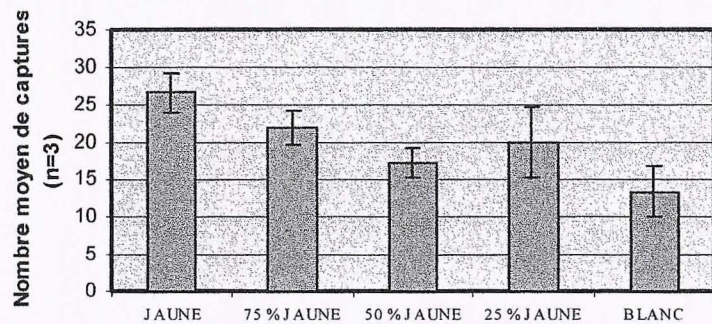


Figure 30 : Attractivité de sphères (balles de ping-pong) de couleurs intermédiaires entre le jaune et le blanc sur les femelles matures de *C. rosa*.
(49,5 % de capture)

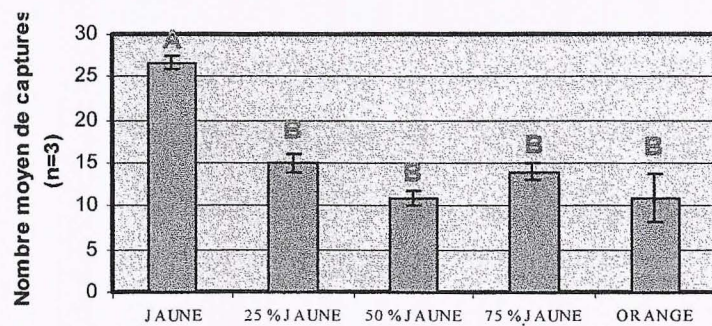


Figure 31 : Attractivité de sphères (balles de ping-pong) de couleurs intermédiaires entre le jaune et l'orange sur les femelles matures de *C. rosa*.
(38,8 % de capture)

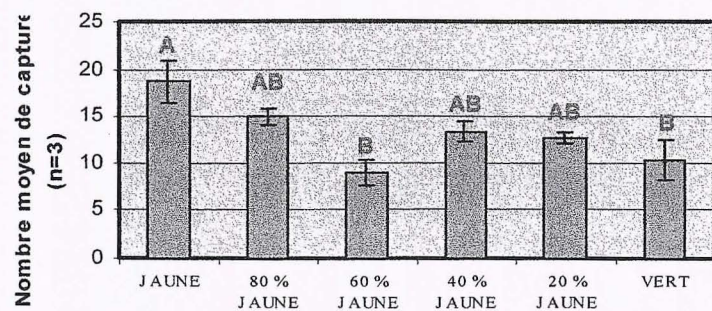


Figure 32 : Attractivité de sphères (balles de ping-pong) de couleurs intermédiaires entre le jaune et le vert sur les femelles matures de *C. rosa*.
(39,7 % de capture)

3.1.2.2. Leurres sphériques (balles de ping-pong)

Dans l'essai utilisant des sphères de couleur fluorescente, la couleur la plus attractive est le jaune fluorescent (Figures 28 et 29). Toutefois, cette couleur n'est statistiquement pas différente du jaune foncé pour les mouches mâles (Figure 29). Pour les deux sexes, le rose fluorescent et le rouge fluorescent sont significativement moins attractifs que le vert fluorescent et l'orange fluorescent. Ces deux dernières couleurs, non statistiquement différentes entre elles, sont, pour les mâles, significativement moins attractives que les deux jaunes testés (Figure 29) et pour les femelles, statistiquement identiques au jaune simple utilisé (Figure 28).

3.1.3. Comparaison d'une gamme de nuances de couleurs

Pour les essais suivants, nous avons réalisé des mélanges de couleurs précédemment testées sur leurres sphériques et rectangulaires en utilisant des couleurs bien particulières :

- le jaune foncé et le vert lumière : deux couleurs très attractives,
- le blanc : une couleur attractive sur leurres sphériques,
- l'orange : une couleur semblant, pour les femelles matures, plus attractive sur sphères que sur rectangles, bien qu'aucune comparaison statistique ne soit possible entre les différents essais.

3.1.3.1. Comparaison de différents jaunes : nuances "jaune-blanc"

Dans cet essai, la sphère de couleur jaune foncé constitue le traitement le plus attractif pour les femelles matures de *C. rosa* et la sphère blanche, le moins attractif (Figure 30). Toutefois, ces résultats ne sont pas significatifs. Les écarts types observés étaient trop importants et le test de Newman-Keuls n'a pas pu être réalisé à la suite de l'analyse de variance.

3.1.3.2. Comparaison de différents oranges : nuances "jaune-orange"

Dans cet essai, le jaune foncé est significativement plus attractif que les autres couleurs testées (O1, O2, O3 et O4) (Figure 31). Nous n'observons pas de différence significative entre les effectifs capturés sur les différents mélanges de jaune et de rouge testés.

3.1.3.3. Comparaison de différents verts : nuances "jaune-vert"

Le jaune foncé constitue également dans cet essai la couleur la plus attractive mais son attractivité n'est pas significativement différente de celle des verts V4 (80 % JF), V2 (40 % JF) et V1 (20 % JF) (Figure 32). Les couleurs V4, V2 et V1 sont plus attractives que le vert lumière et le vert V3 (60 % JF) mais pas significativement.

3.2. Comparaison d'une gamme de tailles de sphère

Comme aucune couleur comprise dans les gammes de nuances précédemment testées ne s'est révélée significativement plus attractive que le jaune foncé, nous avons décidé d'utiliser les couleurs des premiers essais (jaune foncé, vert lumière et orange O1) pour la comparaison des leurres sphériques de tailles différentes. De plus, ces résultats nous indiquent que l'utilisation du jaune clair à la place du jaune foncé ne devrait guère entraîner de changements quant à l'attractivité des mouches.

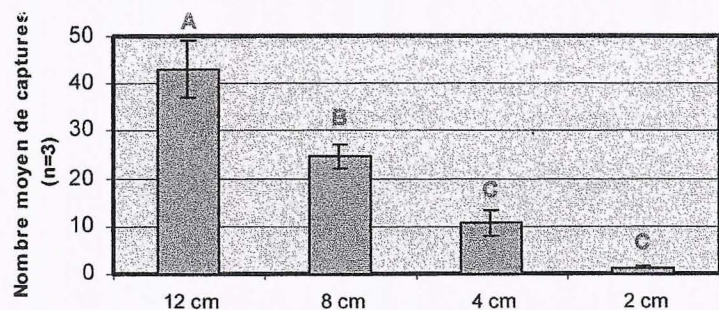


Figure 33 : Attractivité de sphères jaunes de différentes tailles sur les femelles matures de *C. rosa*. (39,8 % de capture)

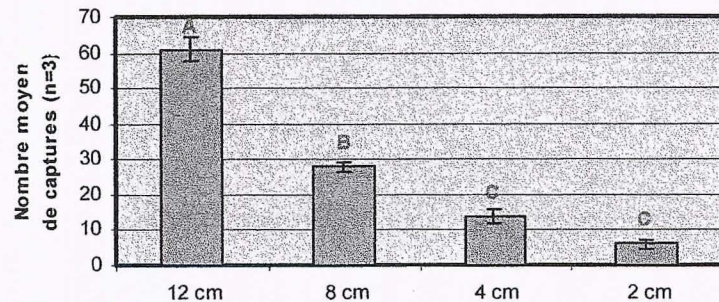


Figure 34 : Attractivité de sphères vertes de différentes tailles sur les femelles matures de *C. rosa*. (54,3 % de capture)

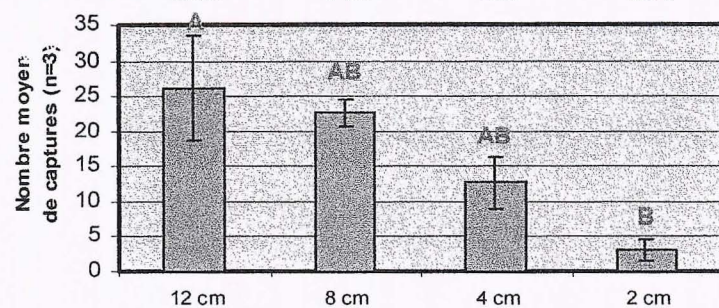


Figure 35 : Attractivité de sphères oranges de différentes tailles sur les femelles matures de *C. rosa*. (32,2 % de capture)

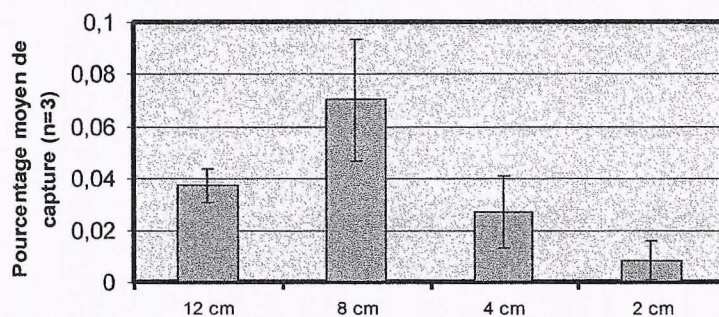


Figure 36 : Attractivité de sphères oranges de différentes tailles sur les femelles matures de *C. rosa* pendant la période préférentielle de ponte.

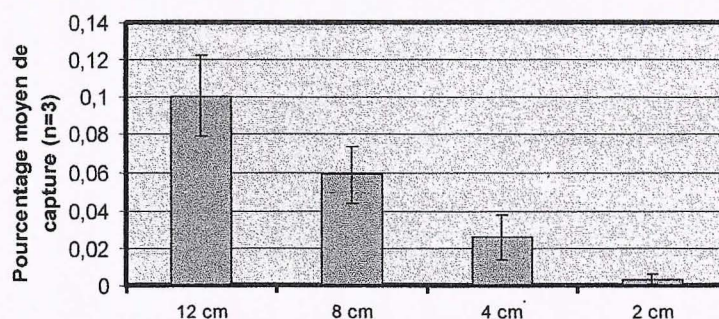


Figure 37 : Attractivité de sphères jaunes de différentes tailles sur les femelles matures de *C. rosa* pendant la période préférentielle de ponte.

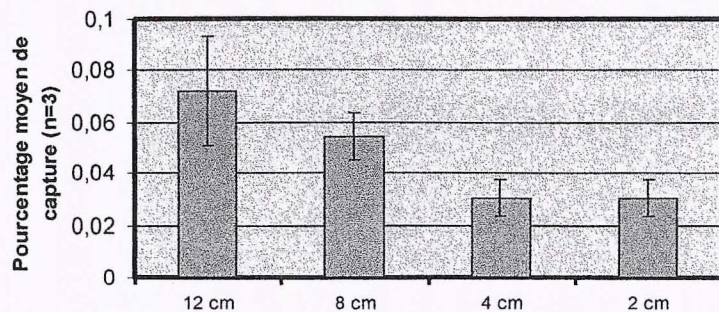


Figure 38 : Attractivité de sphères vertes de différentes tailles sur les femelles matures de *C. rosa* pendant la période préférentielle de ponte.

3.2.1. Comparaison de différentes tailles de sphères jaunes

Dans cet essai, la sphère de 12 cm de diamètre est significativement plus attractive que les autres sphères testées (Figure 33). Elle totalise en moyenne 54 % de captures contre 31 % pour la sphère de 8 cm de diamètre. L'attractivité de cette dernière sphère est significativement plus forte que celle des sphères de 2 et 4 cm de diamètre.

3.2.2. Comparaison de différentes tailles de sphères vertes

Les résultats obtenus avec les sphères vertes sont les mêmes qu'avec les jaunes : la sphère de 12 cm de diamètre est significativement la plus attractive avec 56,1 % de capture en moyenne (Figure 34).

3.2.3. Comparaison de différentes tailles de sphères oranges

Dans cet essai, la sphère de 12 cm de diamètre est la plus attractive mais son attractivité n'est pas significativement différente de celle des sphères de 8 et 4 cm de diamètre (Figure 35). Celle de 12 cm de diamètre totalise, en moyenne, 40,4 % des effectifs capturés, alors que celle de 8 cm en totalise 35 %.

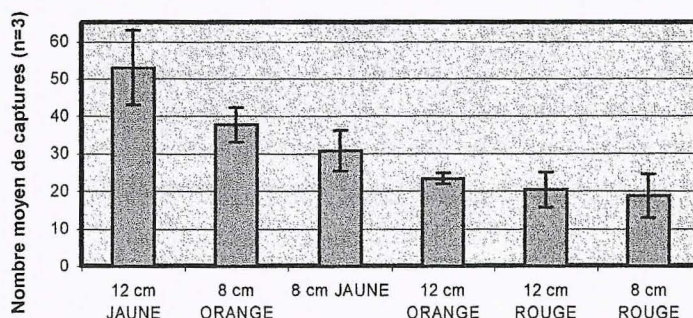
Nous avons remarqué que durant la période préférentielle de ponte les sphères oranges de 8 cm de diamètre (49 % des effectifs capturés durant cette période) devenaient plus attractives que celles de 12 cm de diamètre (26,2 % des captures) (Figure 36) alors que c'était le contraire plus tôt dans la journée. Ce fait ne se vérifie pas avec les sphères jaunes et vertes (Figures 37 et 38) pour lesquelles la sphère de 12 cm de diamètre reste la plus attractive pendant la période préférentielle de ponte. Bien que ces résultats n'aient pas été traités statistiquement, nous pouvons penser que la sphère orange de 8 cm de diamètre constitue une bonne association de forme, de taille et de couleur pour inciter à la ponte des femelles *C. rosa*.

3.3. Comparaison de différentes tailles et couleurs de sphères

Dans cet essai, nous avons utilisé les sphères de 8 et 12 cm de diamètre dans la mesure où chacune d'entre elles semblait constituer un stimulus de ponte, l'une pour la couleur orange, l'autre pour la couleur jaune, pendant la période préférentielle de ponte. Le vert a été écarté car la différence entre les attractivités des sphères de 8 cm et 12 cm, correspondant respectivement à 29,1 % et 38,5 % des effectifs capturés durant la période de ponte, était moindre que dans le cas des sphères jaunes (respectivement 31,1 % et 54,5 % des effectifs capturés) (Figures 38 et 37). Enfin, nous avons retenues le vermillon pour cet essai car cette couleur s'avère très attractive pour les femelles de *C. capitata* motivées par la ponte (Gueguen, 1998).

Bien que le test de Newman-Keuls n'ait pas pu se réaliser, les résultats de cet essai renforcent l'hypothèse émise lors de l'analyse des résultats des essais 8, 9 et 10 : la sphère jaune de 12 cm de diamètre est plus attractive que celle de 8 cm de diamètre ; la sphère orange de 8 cm de diamètre est plus attractive que celle de 12 cm de diamètre (Figure 39).

Figure 39 : Attractivité de sphères jaunes, oranges et rouges de 8 et 12 cm de diamètre sur les femelles matures de *C. rosa* pendant la période préférentielle de ponte. (25,2 % de capture)



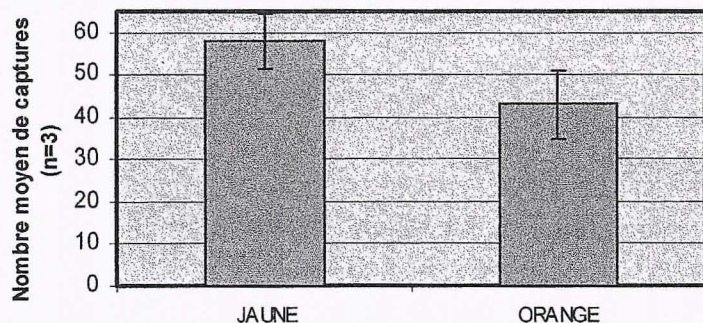


Figure 40 : Attractivité de sphères jaunes et oranges suspendues dans le feuillage de *Citrus sp.* sur les femelles matures de *C. rosa* pendant la période préférentielle de ponte. (25,2 % de capture)

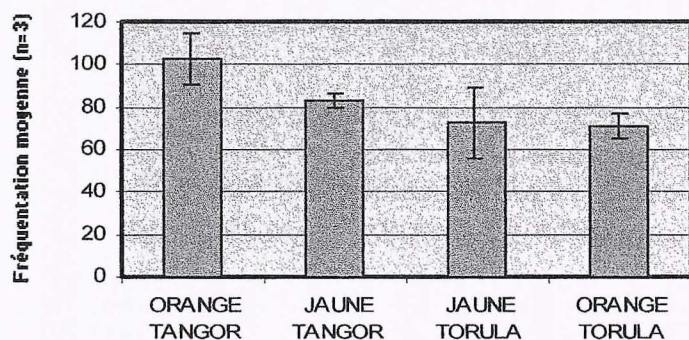


Figure 41 : Attractivité de sphères jaunes et oranges, associées à du jus de tangor ortanique (fruit hôte) ou à de la solution de Torula (attractif alimentaire), sur les femelles matures de *C. rosa* pendant la période préférentielle de ponte.

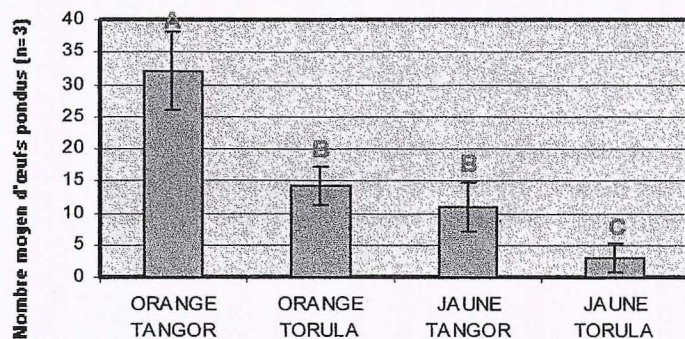


Figure 42 : Attractivité de sphères jaunes et oranges, associées à du jus de tangor ortanique (fruit hôte) ou à de la solution de Torula (attractif alimentaire), pour la ponte chez les femelles matures de *C. rosa* pendant la période préférentielle de ponte.

Les deux sphères de couleur vermillon, couleur la moins attractive dans cet essai, semblent être au même niveau d'attractivité (Figure 39).

De plus, la sphère jaune de 12 cm de diamètre est la plus attractive parmi les traitements proposés. Elle est suivie de la sphère orange de 8 cm de diamètre. On remarque que parmi les sphères de 8 cm de diamètre, l'orange est plus attractif que le jaune.

3.4. Comparaison de deux couleurs sur leurres sphériques de 8,5 cm de diamètre suspendus dans la plante hôte.

Les résultats de cet essai n'ont pas pu être traités statistiquement, les écarts-types étant grands. On observe toutefois que les effectifs capturés sur le jaune sont plus importants que sur l'orange (Figure 40).

Dans cet essai, le taux de capture par rapport à l'effectif de départ est faible : il n'est que de 25,2 %.

IV. Stimuli visuels & olfactifs

Pour l'analyse des résultats de cet essai, on réalise deux analyses de variance multifactorielles à l'aide du logiciel STATITCF. L'une porte sur la fréquentation des sphères par les femelles, l'autre, sur le nombre d'œufs déposés dans les sphères au cours de l'essai. On assimile la fréquentation d'un traitement à la somme des effectifs observés sur ce même traitement au cours des relevés successifs.

La figure 41 nous montre que la sphère orange associée à une odeur de tangor est la plus attractive, mais ce résultat n'est pas statistique. De plus, il semblerait, quelle que soit la couleur du leurre, que le jus de tangor soit plus attractif que la solution de *Torula* pendant la période de ponte.

Lorsque le traitement olfactif est l'attractif alimentaire, le jaune est aussi attractif que l'orange.

En ce qui concerne la ponte dans les sphères, tous les traitements ont reçu des œufs. La figure 42 montre que la sphère orange associée à l'odeur de tangor a reçu significativement plus de ponte que les autres traitements. De plus, quelle que soit l'odeur incorporée au leurre, la couleur orange (76,8 % des œufs en moyenne), d'une part, et, pour une couleur donnée, l'odeur de fruit hôte (69,1 % des œufs déposés sur sphères oranges en moyenne et 78,5 % pour le jaune), d'autre part, stimuleraient la ponte chez *C. rosa*.

Quatrième partie

Discussion

Mouches d'élevage

Le principal point à discuter dans le présent travail est le matériel utilisé pour réaliser la totalité des essais, à savoir les mouches. Les insectes que nous avons utilisés proviennent d'un élevage et peuvent, de ce fait, se comporter différemment d'insectes sauvages. Prokopy *et al.* (1984) et Papaj *et al.* (1987) ont rapporté des différences de comportement entre des mouches de laboratoire et des mouches issues de pupes à partir de fruits piqués récoltés dans un verger. Mais ces auteurs travaillaient avec des insectes issus d'élevages datant de plusieurs années. L'élevage n'étant mis en place que depuis deux ans, nous pouvons espérer que les mouches utilisées ne divergent pas trop des mouches sauvages. Il serait intéressant de reproduire les essais effectués avec des mouches prélevées dans la nature ou issues de fruits piqués.

Pression de ponte

Les femelles de *C. rosa* d'élevage sont matures à 8 jours comme chez *C. capitata* (Nergel, 1997). Lors des dissections, nous avons observé, chez certaines mouches matures, un très grand nombre d'œufs dans chaque ovaire. Certains de ces œufs, bien que matures, étaient en outre aplatis et non complètement remplis de vitellus, n'ayant peut-être pas pu achever normalement leur développement du fait de la pression d'œufs importante dans les ovaires. Ceci s'explique par le fait que les mouches servant pour les essais étaient isolées en cages dépourvues de support de ponte. Ainsi, toutes les femelles utilisées pour les divers essais n'avaient jamais eu l'occasion de pondre. Hors, certains auteurs ont montré que la pression de ponte pouvait modifier le comportement de certains insectes. Notamment chez *Battus philenor* (Linnaeus) (Lepidoptera : Papilionidae), les femelles présentant une charge en œufs plus importante dans les ovaires passent plus de temps que les autres femelles à la recherche de leur plante hôte (Odendaal, 1989). Chez *C. capitata*, Prokopy *et al.* (1994) ont montré qu'une forte pression de ponte entraînait une moindre discrimination des fruits au sein de leurs fruits hôtes. Il faut espérer que nos insectes, du fait de la pression de ponte, ne se sont pas comportés trop différemment des mouches sauvages.

Comportement sexuel et de ponte

Lors de l'étude du rythme circadien d'activités en grande cage de vol, nous avons clairement observé que la période préférentielle pour les comportements sexuel et de ponte correspondaient à la fin de l'après-midi. En effet, le nombre de femelles observées en ponte ou en tentative de ponte augmente nettement dès 16^h30. Les résultats de l'observation du rythme circadien de ponte et de fréquentation des fruits par les femelles en verger confirment, de plus, les données en grande cage.

En ce qui concerne la détermination de la période préférentielle pour le comportement sexuel, c'est à dire l'appel phéromonal et l'accouplement, nos résultats sont en accord avec ceux de Myburg (1962). Quelques observations faites en verger confortent également ces résultats. Myburg (1962) note que l'accouplement peut se poursuivre jusqu'à l'aube. Nous avons en effet constaté ce fait au moment où nous retirions les mouches de la grande cage, les lendemains matins d'essai.

La concordance des résultats des deux études du rythme circadien de *C. rosa*, l'une de laboratoire, l'autre de terrain, tend à montrer que les mouches que nous utilisons se comportent de la même façon que les mouches sauvages.

Réponse aux stimuli visuels

Dans cette série d'essais, nous avons utilisé deux formes de leurre, l'une sphérique (leurre de ponte), l'autre rectangulaire (leurre alimentaire), pour appréhender l'attractivité de certaines couleurs sur les femelles et les mâles de *C. rosa*. Nous voulions en particulier mettre en évidence une couleur dite "de ponte" et une couleur dite "alimentaire". Cette ségrégation n'est pas évidente. L'attractivité d'une

couleur, d'après l'effectif capturé dessus, résulte de la somme de plusieurs réponses comportementales.

La mouche peut se poser sur le leurre : - pour pondre,
- pour s'accoupler,
- pour s'alimenter,
- par hasard...

Dans la totalité des essais réalisés sur leurres rectangulaires, les mâles et les femelles se sont comporter de la même manière vis à vis des couleurs proposées. Pour les deux sexes, le jaune, plus particulièrement le jaune fluorescent, s'est avéré significativement plus attractif que les autres couleurs. Ce résultat est en accord avec de nombreuses études réalisées sur l'attractivité de surfaces planes colorées chez les Tephritidae (Prokopy, 1972 ; Prokopy *et al.*, 1975 ; Nakagawa *et al.*, 1978). Prokopy (1972) considère que les surfaces planes jaunes constituent des superstimuli mimant le feuillage et liés à la recherche de nourriture. Il semblerait alors que le jaune constitue la couleur "alimentaire" pour *C. rosa*, couleur très attractive pour les mouches en quête de nourriture.

Sur leurres sphériques, les essais 2 et 4 ont montré des réactions différentes des femelles et des mâles aux couleurs. Le jaune, suivi du vert, reste la couleur la plus attractive pour les deux sexes. La différence apparaît avec la couleur orange qui semble moyennement attractive pour les femelles alors qu'elle fait significativement partie des couleurs simples les moins attractives pour les mâles. Des études ont montré que le jaune et l'orange représentent des couleurs "de ponte" chez d'autres Tephritidae, notamment chez *Dacus oleae* (Gmelin) (Katsoyannos *et al.*, 1985). Pour certaines espèces telles que *N. cyanescens* (Brevault, 1999) ou *A. suspensa* (Greany *et al.*, 1977), l'orange est la couleur préférentielle. Le vert peut également constituer la couleur "de ponte" chez d'autres Tephritidae, c'est le cas de *R. completa* (Riedl & Hislop, 1985). Après les essais 1 à 4, nous pouvions penser que le jaune, le vert et l'orange constituaient des couleurs de ponte potentielles pour les femelles matures de *C. rosa*. Une partie de cette hypothèse est en accord avec les résultats de Quilici & Rivry (1996). Ces derniers ont montré que, sur dômes, le jaune et le rouge étaient les couleurs préférentielles pour la ponte (l'orange n'a pas été testé dans leur travail). En ce qui concerne le vert, couleur que nous avons trouvée assez attractive, ces mêmes auteurs ont observé qu'il ne recevait que très peu de ponte sur dômes.

Les essais confrontant des sphères colorées de taille différente ont montré que, sur toute une journée, l'attractivité des sphères était décroissante en fonction du diamètre.

Par contre, durant la période de ponte, nous avons observé que ce n'était pas nécessairement la sphère de plus grand diamètre qui était la plus attractive. En effet, parmi les sphères oranges, la sphère de 8 cm de diamètre est la plus attractive ; pour le jaune, la sphère de plus grand diamètre reste la plus attractive. De plus, selon Nakagawa *et al.* (1978), Cytrynowicz *et al.* (1982) et Sivinski (1990), le choix des couleurs peut être orienté par la taille du leurre. En particulier, parmi les sphères de 8 cm de diamètre, l'orange est le plus attractif alors que c'est plutôt le jaune pour les sphères de 12 cm de diamètre. Ces résultats, bien que non statistiques, montrent que, pendant la période de ponte, le choix des couleurs est fonction du diamètre de la sphère. On peut vraisemblablement expliquer les attractivités de la sphère orange de 8 cm de diamètre et de la sphère jaune de 12 cm de diamètre par leur ressemblance avec certains fruits hôtes : l'orange pour l'une, la mangue ou le pomélo pour l'autre. Nous pouvons émettre une autre hypothèse quant à l'attractivité des grosses sphères jaunes : plus le diamètre d'une sphère augmente, plus sa surface peut se matérialiser par un ensemble de surfaces planes. Les mouches pourraient assimiler les grosses sphères jaunes à des surfaces planes jaunes. Dans ce cas, les grosses sphères jaunes attireraient d'avantage les mouches en quête de nourriture que celles en quête d'un site de ponte et on pourrait sérieusement penser que la sphère orange de 8 cm de diamètre constitue le leurre idéal de ponte.

D'autres paramètres peuvent orienter le choix des couleurs chez les Tephritidae. Katsoyannos (1987) a émis l'hypothèse de réponses différentes aux stimuli visuels en fonction de la plante dans laquelle sont suspendus les leurres. Le fait de suspendre des sphères colorées dans le feuillage d'une plante hôte pendant la période de ponte ne nous a pas permis de mettre en évidence une couleur spécifique "de ponte", aucune différence significative n'étant apparue entre l'orange et le jaune lors de cet essai. Le taux de capture s'était avéré relativement faible par rapport aux essais réalisés avec la potence, ce qui est à l'encontre des résultats de Robacker *et al.* (1990). Ces derniers ont montré que l'effectif d'*Anastrepha ludens* (Loew) capturé était nettement plus important à 2 m de hauteur, dans le feuillage d'une plante hôte, qu'à 3 m de hauteur, au niveau de la cime de l'arbre. Les adultes de *C. rosa* ont peut-être quelques difficultés à repérer, sur la seule base de la vision, les leurres ou les fruits dans le feuillage.

Interactions entre stimuli visuels et olfactifs

Selon Green *et al.* (1994), les stimuli visuels et olfactifs agiraient en synergie. Les femelles de *C. rosa* semblent mieux répondre aux couleurs lorsqu'on intègre une odeur de fruit hôte au leurre, d'après les résultats d'essais préliminaires (p. 17 - 18).

Nous savions déjà que les femelles matures de *C. rosa* étaient très sensibles aux extraits volatils de fruit hôte, d'agrumes en particulier, et que ces odeurs stimulaient la ponte chez cette espèce (Bonacina, 1991). L'essai 'stimuli visuels et olfactifs' vient de nous le démontrer clairement.

Selon Bonacina (1991), les stimuli olfactifs sont prépondérants dans la recherche du site de ponte chez *C. rosa*. Or les résultats de l'essai 'stimuli visuels et olfactifs' montrent que la couleur présente également une importance capitale. En effet, les sphères oranges associées à un attractif alimentaire (n'étant pas censé stimuler la ponte), bien que peu visitées, ont reçu plus d'œufs que les jaunes associées à une odeur de fruit hôte. En outre, il semblerait que la couleur orange constitue la couleur "de ponte" pour cette espèce. Il y a ainsi eu, dans notre essai, plus de pontes de *C. rosa* dans les leurres associés à la couleur "de ponte" que dans ceux associés à l'odeur "de ponte".

L'intégration des stimuli visuels et olfactifs dans la recherche du site de ponte chez *C. rosa* est probablement proche de celle chez *C. capitata*. Féron (1962) a montré, chez cette dernière espèce, que les stimuli olfactifs sont prépondérants à longue et moyenne distance et que les stimuli visuels agissent, au contraire, à courte distance, dans la recherche du fruit hôte. La cage de vol, qui nous a servi pour nos essais, propose aux mouches un environnement semi-naturel mais dans un volume restreint. Les mouches sont rarement à plus d'un mètre d'un leurre. Roitberg (1985) a mis en évidence des difficultés chez *R. pomonella* à détecter visuellement des fruits de 1 cm de diamètre à plus de 40 cm de distance. Dans notre cas, les leurres sphériques mesurent 8,5 cm de diamètre ; les mouches de *C. rosa* sont peut-être capables de repérer de telles sphères colorées, de n'importe quel point dans la cage, sur la seule base de la vision. Si tel est le cas et si la couleur orange constitue bien la couleur "de ponte" chez *C. rosa*, ceci peut expliquer la prédominance du stimulus visuel 'orange' sur le stimulus olfactif 'odeur de fruit hôte' pour l'attractivité des femelles motivées par la ponte.

On peut également expliquer le fait que les mouches aient pondu dans les leurres, contenant de l'attractif alimentaire, par l'existence d'une pression de ponte. En effet, nous avons observé des femelles mature de *C. rosa*, privées de support de ponte, tenter de pondre dans tout type de support : dans les éponges des abreuvoirs, dans l'armature en bois des cage de Plexiglas... et même dans la peau !

Conclusion

Cette étude, portant principalement sur la mise en évidence de certains stimuli visuels et olfactifs chez *Ceratitis rosa*, apporte des éléments nouveaux dans la biologie de cette espèce.

Il semblerait que la période préférentielle de ponte pour cette espèce se situe en fin d'après-midi, à partir du moment où l'intensité lumineuse commence à baisser.

Les résultats obtenus dans cette étude sont en accord avec de nombreuses investigations menées sur l'attractivité de différentes couleurs et odeurs pour d'autres Tephritidae. Pour des rectangles, le jaune fluorescent est de loin la couleur la plus attractive pour les mâles et les femelles de *C. rosa*. Une surface plane associée à cette couleur constituerait un superstimulus alimentaire.

Le jaune, et plus particulièrement le jaune fluorescent, est le plus attractif sur leurres sphériques. Dans la gamme de sphères testées, quelque soit la couleur, la sphère de plus grand diamètre (12 cm) est la plus attractive si on la considère sur l'ensemble de la journée. Pendant la période de ponte, les mouches répondent différemment aux couleurs en fonction de la taille du leurre sphérique. En effet, durant cette période, les sphères orange de 8 cm de diamètre et jaune de 12 cm de diamètre deviennent particulièrement attractives pour des femelles matures.

La réduction de la durée des essais à la période de ponte et l'incorporation de jus de tangor ortanique (fruit hôte) aux leurres ont permis de montrer que l'orange constituait la couleur préférentielle de ponte. Il serait intéressant d'associer d'autres traitements olfactifs aux sphères colorées, par exemple des extraits naturels d'autres fruits hôtes tels que la goyave, la mangue... On pourrait également tester l'attractivité de mélanges d'un extrait de fruit hôte avec un attractif alimentaire sur les femelles matures de *C. rosa*.

A l'issu de ce travail, nous pouvons sérieusement penser que la sphère orange de 8 cm de diamètre associée à une odeur de fruit hôte constitue la meilleure combinaison de stimuli visuels et olfactifs de ponte chez les femelles matures de *C. rosa*.

Il serait intéressant pour confirmer ou infirmer ce résultat de reconduire la totalité des essais avec des femelles immatures et avec des mâles.

Une fois ces deux dernières étapes remplies, des pièges pourront être conçus en se basant sur l'ensemble des résultats des études et sur les systèmes de piégeage existant. Dès lors, des essais de piégeage en verger pourront être envisagés afin d'améliorer la lutte biotechnique contre la mouche du Natal.

Références Bibliographiques

- Agee H.R., Remund U., Chambers D.L., Boller E. & Davis J.C. 1982. Spectral sensitivities and visual attractant studies on the Mediterranean fruit flies, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), the olive fly, *Dacus oleae* (Gmelin) and the European cherry fruit fly, *Rhagoletis cerasi* (L.) (Diptera : Tephritidae). Color trap reflectance, compound eye electrophysiology. *Z. Angew. Entomol.* 93 (4) : 403 – 412.
- Aluja M. & Prokopy R.J. 1993. Host odor and visual stimulus interaction during intratree host finding behavior of *Rhagoletis pomonella* flies. *Journal of Chemical Ecology* 19 (11) : 2671 – 2695.
- Anonyme 1986. *Pterandrus rosa* (Karsch) – Distribution maps of pests – Series A (Agricultural). Commonwealth Institute of Entomology, UK. Map n° 153. December 1985.
- Anonyme 1998. Memento statistique agricole – Chiffres 1997 – Réunion. AGRESTE...
- Anonyme 1999. La Réunion en chiffres. <http://www.environnement.gouv.fr/REGIONS/Reunion/reunchiffre/htm>.
- Bonacina K. 1991. Influence de certains facteurs sur la sélection du site de ponte chez *ceratitis* (*Pterandrus*) *rosa* Karsch. Mémoire de fin d'études de l'Institut Technique d'Outre-Mer. 74 p.
- Bonhomme A. 1992. Etude de l'influence de la température sur le potentiel biotique de *Ceratitis rosa* Karsch (Diptera : Tephritidae). Mémoire de D.A.A. de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires, Nancy. 51 p.
- Brevault T. & Quilici S. 1999. Factors affecting behavioural responses to visual stimuli in the tomato fruit fly, *Neoceratitis cyanescens*. *Physiological Entomology* 24 : 1 – 6.
- Browne L.B. 1993. Physiologically induced changes in resource-oriented behavior. *Annu. Rev. Entomo.* 38 : 1 – 25.
- Cunningham R.T. 1989. Parapheromones. In 'Robinson A.S. & Hooper G. (eds) 1989. *Fruit flies : their biology, natural enemies and control*. 3B. Elsevier, Amsterdam. 447 p. ' 221 – 230.
- Cytrynowicz M., Morgante J.S. & De Souza H.M.L. 1982. Visual responses of South American fruit flies, *Anastrepha fraterculus*, and Mediterranean fruit flies, *Ceratitis capitata*, to colored rectangles and spheres. *Environmental Entomology* 11 (6) : 1202 – 1210.
- Duan J.J. & Prokopy R.J. 1992. Visual and odor stimuli influencing effectiveness of sticky spheres for trapping apple maggot flies *Rhagoletis pomonella* (Walsch) (Dipt., Tephritidae). *J. Appl. Ent.* 113 : 271 – 279.
- Etienne J. 1982. Etude systématique, faunistique et écologique des Téphritidés de la Réunion. Mémoire de thèse de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, Paris. 100 p.
- Féron M. 1962. L'instinct de reproduction chez la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* WIED. (Dipt. Trypetidae). Comportement sexuel. – Comportement de ponte. *Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole de France* 41 (1) : 1 – 129.
- Freeman R. & Carey J.F. 1990. Interaction of host stimuli in the ovipositional of the Mediterranean fruit flies (Diptera : Tephritidae). *Environmental Entomology* 19 (4) : 1075 – 1080.
- Gaouar N. 1997. Stratégie de lutte optimisée selon les critères bio-écologiques de *Bactrocera oleae* (Dipt. : Tephritidae) dans la région de Tlemcen (Ouest algérien). In 'Piedade-Guerreiro J. (ed) 1997. *Fruit Flies of Economic importance*. Bulletin IOBC wprs. 20 (8)'. 67 – 75.
- Greany P.D., Agee H.R., Burditt A.K. & Chambers D.L. 1977. Field studies on color preferences of the Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa* (Diptera : Tephritidae). *Entomologia Experimentalis & Applicata* 21 : 63 – 70.

- Greany P.D., Burditt Jr. A.K., Agee H.R. & Chambers D.L. 1978.** Increasing effectiveness of visual traps for the Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa* (Diptera : Tephritidae), by use of fluorescent colors. *Entomologia Experimentalis & Applicata* 23 : 20 – 25.
- Green T.A., Prokopy R.J. & Hosmer D.W. 1994.** Distance of response to host tree models by female apple maggot flies, *Rhagoletis pomonella* (Walsch) (Diptera : Tephritidae) : interaction of visual and olfactory stimuli. *Journal of Chemical Ecology* 20 (9) : 2393 – 2413.
- Gueguen S. 1998.** Etude de quelques stimuli visuels et olfactifs pour les femelles matures de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera : Tephritidae). Mémoire de D.A.A. de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires, Nancy. 28 p.
- Harris M.O., Rose S. & Malsch P. 1993.** The role of vision in the host plant-finding behavior of the Hessian fly. *Physiological Entomology* 18 : 31 – 42.
- Jang E.B. & Light D.M. 1996.** Olfactory semiochemicals of Tephritids. In : 'Mc Pheron B.A. & Steck G.J. (eds.) 1996. *Economic fruit flies : a world assessment of their biology and management*. Ste Lucie Press, Florida. 586 pp.'. 73 – 90.
- Jones V.P. & Davis D.W. 1989.** Evaluation of traps for apple maggot (Diptera : Tephritidae) populations associated with cherry and hawthorn in Utah. *Environmental Entomology* 18 (3) : 522 – 525.
- Katsoyannos B.I. 1987.** Field responses of Mediterranean fruit flies to colored spheres suspended in fig, citrus and olive trees. In 'Labeyrie V., Fabres G. & Lachaise D. (eds) 1987. *Insects – Plants*'. 167 – 172.
- Katsoyannos B.I. 1989.** Field responses to shape, size and color. In 'Robinson A.S. & Hooper G. (eds) 1989. *Fruit flies : their biology, natural enemies and control*. 3A. Elsevier, Amsterdam. 372 p.'. 307 – 324.
- Katsoyannos B.I., Kouloussis N.A. & Papadopoulos N.T. 1997.** Response of *Ceratitis capitata* to citrus chemicals under semi-natural conditions. *Entomologia Experimentalis & Applicata* 82 : 181 – 188.
- Katsoyannos B.I., Patsouras G. & Vrekoussi M. 1985.** Effect of color hue and brightness of artificial oviposition substrates on the selection of oviposition site by *Dacus oleae*. *Entomologia Experimentalis & Applicata* 38 : 205 – 214.
- Mille C. 1994.** Etude olfactométrique de quelques stimuli pour la mouche du Natal, *Ceratitis (Pterandrus) rosa* Karsch. Mémoire de fin d'études de l'Institut Technique d'Outre-Mer. 39 p.
- Myburgh A. C. 1962.** Mating habits of the fruit flies *Ceratitis capitata* (Wied.) and *rosa* (Ksh.). *South African Journal of Agricultural Science* 5 (3) : 457 – 464.
- Nagagawa S., Prokopy R.J., Wong T.T.Y., Zeigler J.R., Mitchell M.M., Urago T. & Harris E.J. 1978.** Visual orientation of *Ceratitis capitata* flies to fruit models. *Entomologia Experimentalis & Applicata* 24 : 193 – 198.
- Odendaal F.J. 1987.** Mature egg number influences the behavior of female *Battus philenor* butterflies. *Journal of Insect Behavior* 2 (1) : 15 – 25.
- Papaj D.R., Prokopy R.J., McDonald P.T. & Wong T.T.Y. 1987.** Differences in learning between wild and laboratory *Ceratitis capitata* flies. *Entomologia Experimentalis & Applicata* 45 : 65 – 72.
- Prokopy R.J. 1972.** Response of apple maggot flies to rectangles of different colors and shades. *Environmental Entomology* 1 (6) : 720 – 726.
- Prokopy R.J. & Boller E.F. 1971.** Stimuli eliciting oviposition of European cherry fruit flies, *Rhagoletis cerasi* (Diptera : Tephritidae), into inanimate objects. *Entomologia Experimentalis & Applicata* 14 : 1 – 14.
- Prokopy R.J. & Owens E.D. 1978.** Visual generalist with visual specialist phytophagous insects : host selection behavior and application to management. *Entomologia Experimentalis & Applicata* 24 : 409 – 420.
- Prokopy R.J. & Owens E.D. 1983.** Visual detection of plants by herbivorous insects. *Annu. Rev. Entomol* 28 : 337 – 364.

- Prokopy R.J. & Roitberg D. 1984.** Foraging behavior of true fruit flies. *American Scientist* 72 : 41 – 49.
- Prokopy R.J. & Roitberg D. 1989.** Fruit foraging behavior. In 'Robinson A.S. & Hooper G. (eds) 1989. *Fruit flies : their biology, natural enemies and control*. 3A. Elsevier, Amsterdam. 372 p.'. 293 – 306.
- Prokopy R.J. & Vargas R.I. 1996.** Attraction of *Ceratitidis capitata* (Diptera : Tephritidae) flies to odor of coffee fruit. *Journal of Chemical Ecology* 22 (4) : 807 – 820.
- Prokopy R.J., Aluja M. & Green T.A. 1987.** Dynamics of host odor and visual stimulus interactions in host finding behavior of apple maggot flies. In 'Labeyrie V., Fabres G. & Lachaise D. (eds) 1987. *Insects – Plants*'. 161 – 166.
- Prokopy R.J., Economopoulos A.P. & McPhaden M.W. 1975.** Attraction of wild and laboratory-cultured *Dacus oleae* flies to small rectangles of different hues, shades and tints. *Entomologia Experimentalis & Applicata* 18 : 141 – 152.
- Prokopy R.J., McDonald P.T. & Wong T.T.Y. 1984.** Inter-population variation among *Ceratitidis capitata* flies in host acceptance pattern. *Entomologia Experimentalis & Applicata* 35 : 65 – 69.
- Quilici S. 1993.** La protection phytosanitaire des agrumes : les ravageurs. In : 'Grisoni M. (ed.) 1993. *La culture des agrumes à l'île de la Réunion*. CIRAD-FHlor, Réunion. 102 p.'. 55 – 89.
- Quilici S. & Franck A. 1999.** La mouche du Natal. Fiches techniques sur les ravageurs des cultures dans l'océan indien. CIRAD, La Réunion. 2p.
- Quilici S. & Rivry L. 1996.** Influence of some visual stimuli on the selection of oviposition site by *Ceratitidis (Pterandrus) rosa*. In : 'Mc Pheron B.A. & Steck G.J. (eds.) 1996. *Economic fruit flies : a world assessment of their biology and management*. Ste Lucie Press, Florida. 586 pp.'. 59 – 65.
- Quilici S., Geslin P. & Manikom R. 1987.** Utilisation du piégeage dans la lutte contre les mouches des fruits à l'île de la Réunion. II-Comparaison de différents attractifs. *Fruits* 42 (3) : 163 – 169.
- Reynolds A.H. & Prokopy R.J. 1997.** Evaluation of odors lures for use with red sticky spheres to trap apple maggot (Diptera : Tephritidae). *Journal of Economic Entomology* 90 (6) : 1655 – 1660.
- Rice M.J. 1989.** The sensory physiology of pest fruit fly : conspectus and prospectus. In 'Robinson A.S. & Hooper G. (eds) 1989. *Fruit flies : their biology, natural enemies and control*. 3A. Elsevier, Amsterdam. 372 p.'. 71 – 80.
- Riedl H. & Hislop R. 1985.** Visual attraction of the walnut husk fly (Diptera : Tephritidae) to color rectangles and spheres. *Environmental Entomology* 14 (6) : 810 – 814.
- Robacker D.C., Moreno D.S. & Wolfenbarger D.A. 1990.** Effects of trap color, height, and placement around trees on capture of Mexican fruit flies (Diptera : Tephritidae). *Journal of economic entomology* 83 (2) : 412 – 419.
- Robert P.C. 1986.** Les relations plantes-insectes phytophages chez les femelles pondeuses : le rôle des stimulus chimiques et physiques. Une mise au point bibliographique. *Agronomie* 6 (2) : 127 – 142.
- Roitberg B.D. 1985.** Search dynamics of fruit parasites. *Journal of Insect Physiology* 31 : 865 – 872.
- Rossolin G. 1991.** Contribution à l'étude éthologique de la sélection du site de ponte chez *Ceratitidis rosa* Karsch (Diptera : Tephritidae). Mémoire de Maîtrise de Chimie et de Biologie Végétales, Université de La Réunion. 47 p.
- Scott E. 1997.** Color vision 1. <http://www.photo.net/photo/edscott/vis00010.htm>.
- Sivinski J. 1990.** Colored spherical traps for capture of Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa*. *Florida Entomologist* 73 (1) : 123 – 128.
- Tzanakakis M.E. & Koveos D.S. 1986.** Inhibition of ovarian maturation in the olive fruit fly, *Dacus oleae* (Diptera : Tephritidae), under long photophase and an increase of temperature. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 79 : 15 – 18.
- Visser J.H. 1986.** Host odor perception in phytophagous insects. *Annu. Rev. Entomol.* 31 : 121 – 144.

Vorobyev M. & Brandt R. 1997. How do insect pollinisators discriminate colors ? *Israël Journal of Plant Sciences* 45 : 103 – 113.

White I.M. & Elson-Harris M.M. 1992. Fruit flies of economic significance : their identification and bionomics. *CAB International, UK.* 601 p.

Williamson D.L. 1989. Oogenesis and spermatogenesis. In 'Robinson A.S. & Hooper G. (eds) 1989. *Fruit flies : their biology, natural enemies and control.* 3B. Elsevier, Amsterdam. 447 p.' 141 – 151.

Annexes

Annexe 1

++++	très commun
+++	commun
++	rare
+	exceptionnel

Fruits hôtes des Tephritidae nuisibles à la Réunion d'après Etienne (1982)

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Famille	TEPHRITIDAE NUISIBLES A LA REUNION						
			C. catoirü	C. capitata	C. rosa	N. cyanescens	D. demmerezi	D. ciliatus	B. cucurbitae
Annone	Annona reticulata	Annonaceae			+++				
Mangoustan	Garcinia mangostana	Guttifères			++				
Avocat	Persea gratissima	Lauraceae			++				
Figuier	Ficus carica	Moraceae			++				
Banane	Musa nana	Musaceae			+				
Carambole	Averrhoa carambola	Oxalidaceae			++				
Papaye	Carica papaya	Passifloraceae			++				
Jujube	Ziziphus mauritiana	Rhamnaceae			++				
Coing	Cydonia vulgaris	Rosaceae			++				
Bibace	Eriobotrya japonica				+++				
Pomme	Malus communis				++				
Poire	Pirus communis				+++				
Abricot	Prunus ameriaca				+++				
Prune	Prunus domestica				+++				
Pêche	Prunus persica				+++				
Letchi	Litchi sinensis	Sapindaceae			++				
Cacaoyer	Theobroma cacao	Sterculiaceae			++				
Jamblong	Syzygium cumini	Myrtaceae			++				
Jamrosat	Syzygium jambos				+++				
Jamalac	Syzygium samangense				++				
Goyavier	Psidium cattleianum		+		++				
Goyave	Psidium guajava		+	++	+++				
Cerise	Eugenia uniflora		++	++	++				
Mangue	Mangifera indica	Anarcadiaceae	+	+	+++				
Badamier	Terminalia catappa	Combretaceae	++	++	++				
Bois Malgache	Ehretia sp.	Boraginaceae		++	++				
Café	Coffea arabica	Rubiaceae		+++	+++				
Mandarine	Citrus nobilis	Rutaceae		++	++				
Orange	Citrus sinensis			++	++				
Rameaux	Murraya paniculata			++					
Raisin	Vitis vinifera	Ampelidaceae		+					
Coing de Chine	Diospyros kaki	Ebenaceae		+++					
Piment	Capsicum frutescens	Solanaceae		++	++	++			
Brède Morel	Solanum nigrum			++		++			
Bringellier	Solanum auriculatum				++	++			
Poivron	Capsicum annum			+		++			
Tomate arbuste	Cyphomandra betacea					+			
Anguive	Solanum torvum					+			
Tomate	Solanum lycopersicum					+++			
Bringelle marron	Solanum magrocarpon					+			
Aubergine	Solanum melongena					++			
Melon	Cucumis melo	Cucurbitaceae						++	+++
Concombre	Cucumis sativus						+++	++	+++
Citrouille	Cucurbita pepo						+++	++	+++
Calebasse	Lagenaria vulgaris						++	++	
Pipangaïlle	Luffa acutangula						++	++	+++
Margose	Momordica charantia						+++	+++	
Chouchou	Sechium edule						+++	+++	

COMMONWEALTH INSTITUTE OF ENTOMOLOGY
DISTRIBUTION MAPS OF PESTS

Series A (Agricultural), Map no. 153 December 1985

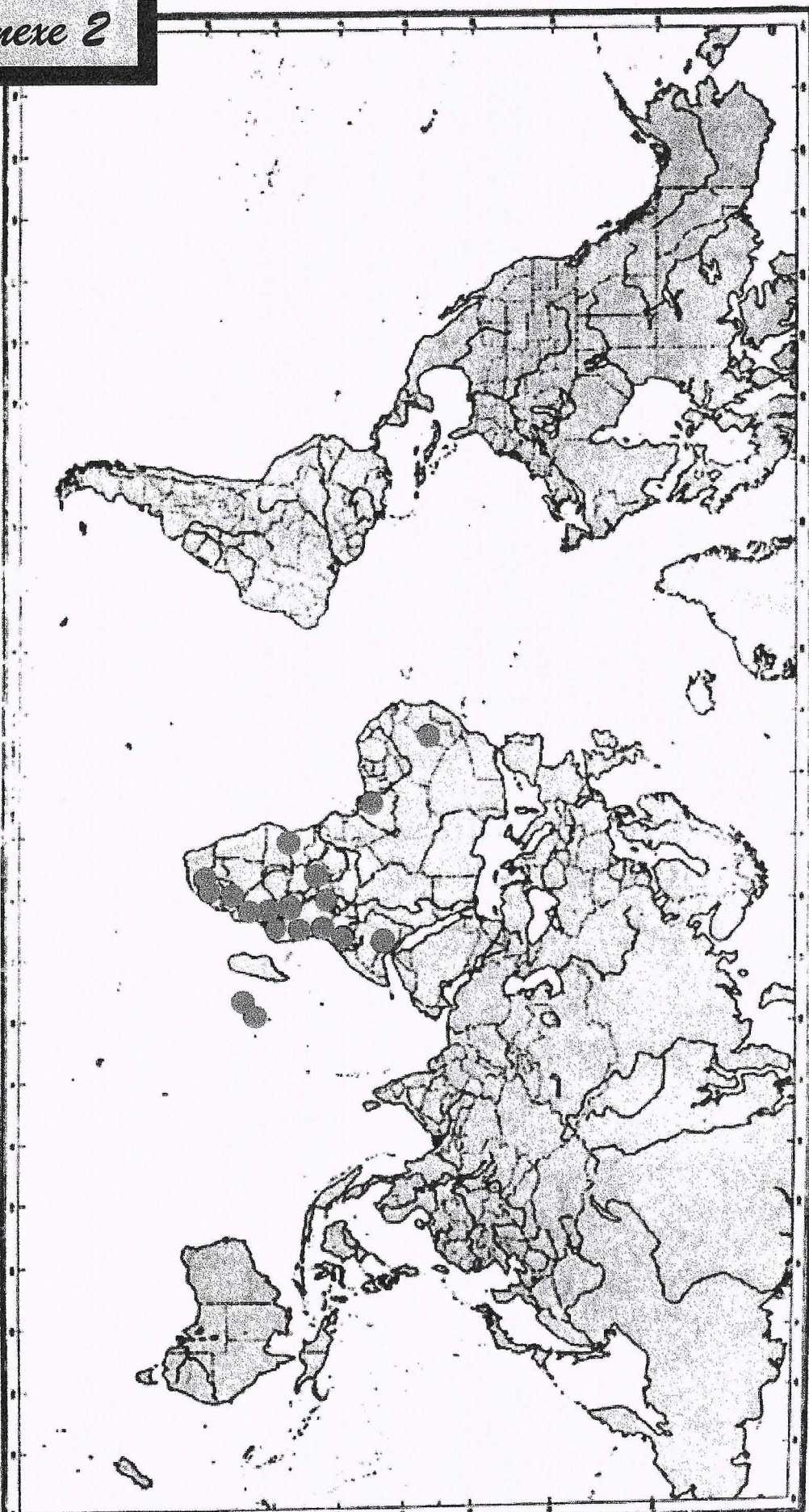
Published at:—56 Queen's Gate, London, SW7 5JR

Pterandrus rosa (Karsch)

(Diptera : Tephritidae)

Natal fruit fly

Attacks coffee, citrus, peach, guava and other fruit.



Paramètres colorimétriques des couleurs testées

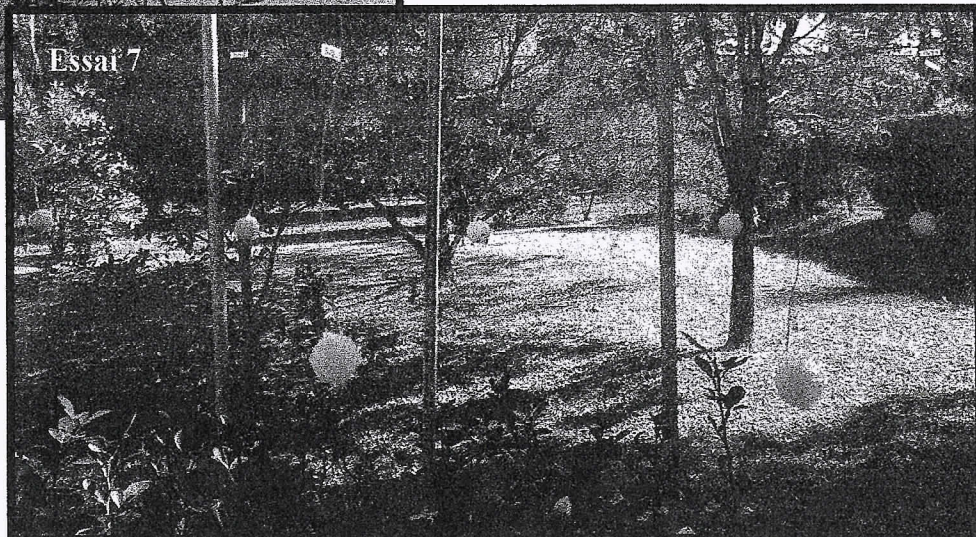
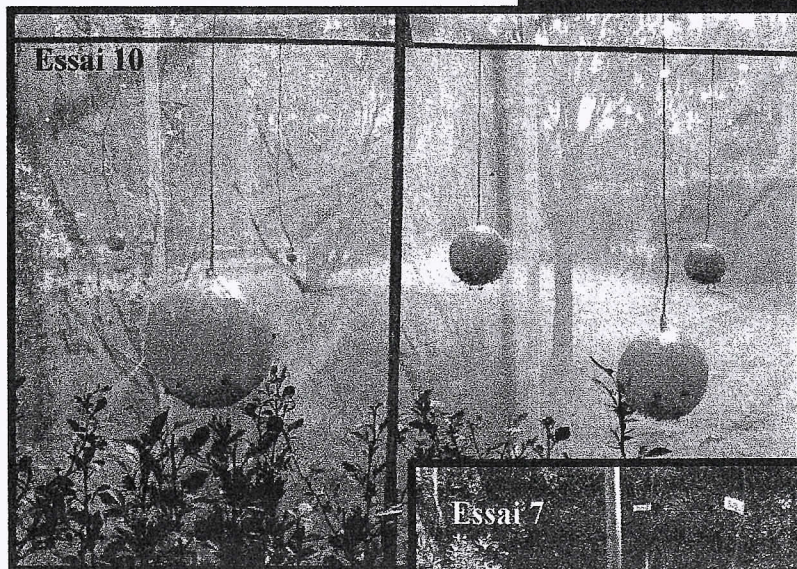
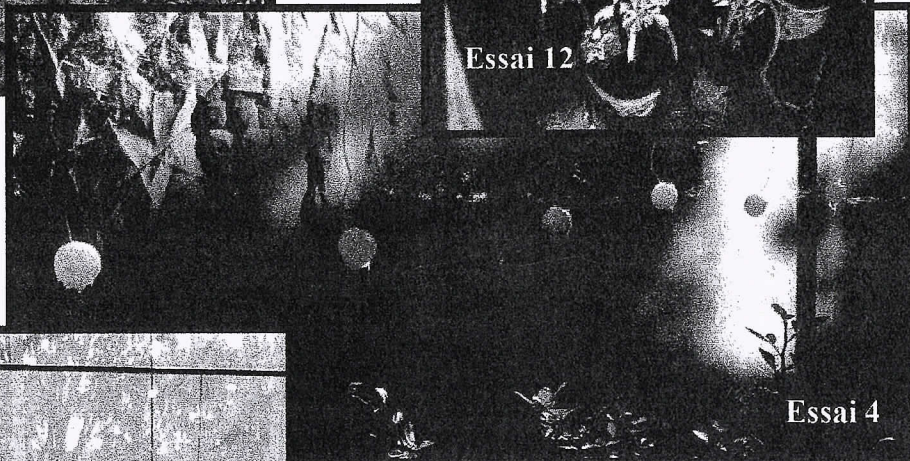
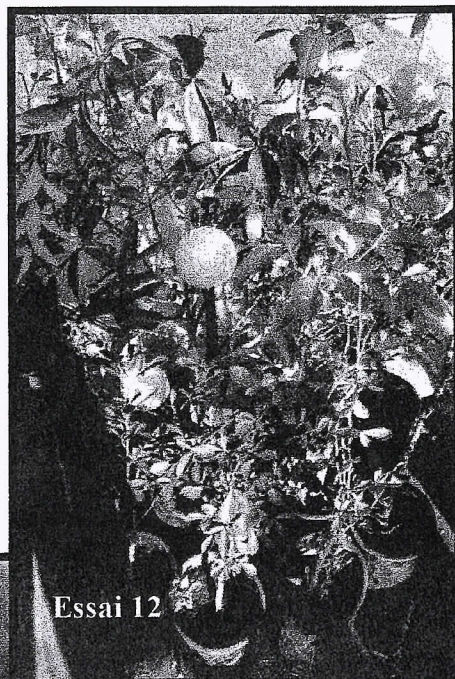
Le chromamètre permet de mesurer trois paramètres colorimétriques, L^* , a^* , et b^* (espace colorimétrique CIE [Commission Internationale de l'Eclairage], 1976), qui définissent les couleurs :

- L^* : **clarté** ou pourcentage de lumière réfléchie par rapport à la réflectance d'un objet presque blanc,
- a^* et b^* : coordonnées de chromaticité permettant de déterminer la **teinte** (longueur d'onde dominante de la lumière réfléchie) et la **saturation** (pureté spectrale de la lumière réfléchie).

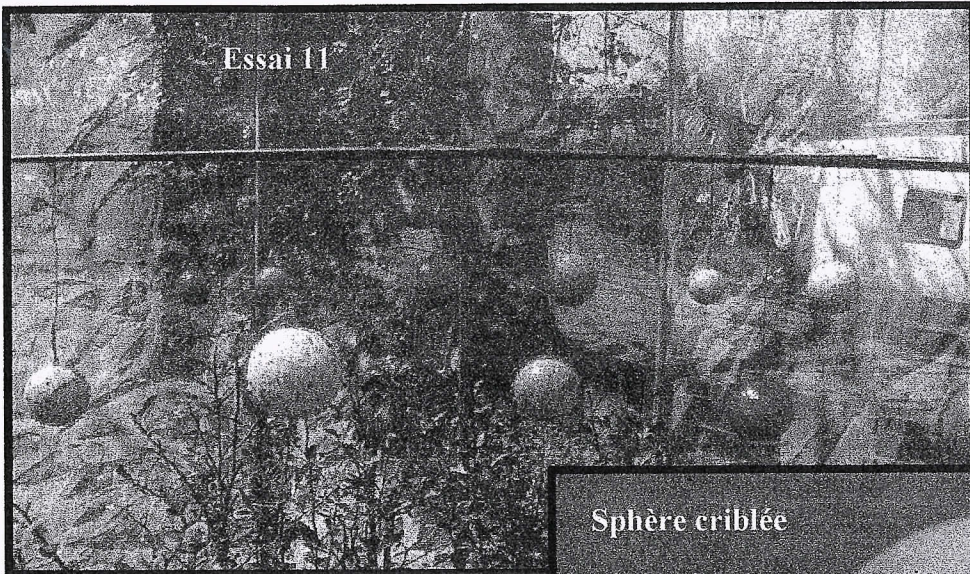
	L^*	a^*	b^*
blanc	96,98	-0,65	1,94
jaune clair	82,38	-1,26	70,66
jaune J3	80,09	-6,94	45,16
jaune J2	77,49	-7,37	56,23
jaune J1	76,56	-4,17	66,38
jaune foncé	73,70	-1,23	62,45
vert V4	73,44	-10,48	66,92
vert V3	72,55	-16,14	60,72
vert V2	72,49	-19,67	55,36
vert V1	72,01	-23,23	48,39
vert lumière	65,17	-33,76	45,89
orange O4	64,41	20,30	56,75
orange O5	61,82	33,76	42,97
orange O6	61,45	41,05	38,76
orange O3	59,66	22,80	47,42
orange O2	56,64	28,97	43,49
orange O1	54,89	34,11	43,33
vermillon	48,88	50,63	42,94
rouge vif	47,59	54,89	38,72
bleu moyen	45,33	15,78	-47,03
noir profond	24,28	0,65	-0,75
jaune fluo	94,49	-30,86	96,43
orange fluo	80,71	43,83	103,88
rouge fluo	70,10	65,60	57,24
vert fluo	62,91	73,13	9,95

Annexe 4

Photos de quelques essais.
(Clichés Goudin R.)



Essai 11



Sphère criblée



Sphère engluée



Titre : Recherche de stimuli visuels et olfactifs pour la mouche du Natal, *Ceratitis rosa* (Karsch) (Diptera : Tephritidae).

Mots clés : Tephritidae, *Ceratitis rosa*, stimuli visuels, stimuli olfactifs.

Résumé : La mouche du Natal, *Ceratitis rosa* (Karsch), de par sa grande polyphagie, est un ravageur d'importance économique en arboriculture fruitière à l'île de la Réunion. La présente étude, réalisée au Laboratoire d'Entomologie du CIRAD-FLHOR (Bassin-Plat, Saint-Pierre) de la Réunion, vise à déterminer les stimuli visuels et olfactifs impliqués dans la recherche de ressources alimentaires ou d'un site de ponte chez *C. rosa*. Chez les femelles de cette espèce, la durée de maturité ovarienne est de 8 jours et la période préférentielle de ponte se situe en fin d'après-midi. Parmi les différentes couleurs testées avec des leurres rectangulaires ou sphériques non associés à un traitement olfactif, le jaune fluorescent est indéniablement la couleur la plus attractive. Testées sur toute la journée, les sphères de 12 cm de diamètre, quelle que soit la couleur, sont plus attractives que celles de moindre diamètre pour les femelles matures. Par contre, durant la période de ponte, il existe des liens étroits entre taille, couleur et odeur associée au leurre pour l'attractivité des femelles matures. Ainsi, les sphères oranges de 8 cm de diamètre associées à une odeur de fruit hôte, qui stimule la ponte chez *C. rosa*, sont particulièrement attractives pour les femelles matures durant la période de ponte. La couleur orange apparaît alors comme étant la couleur préférentielle de ponte. Ces résultats fournissent des éléments intéressants pour l'amélioration des techniques de piégeage de *C. rosa*.

Title : Search of visual and olfactory stimuli for the Natal fruit fly, *Ceratitis rosa* (Karsch) (Diptera : Tephritidae).

Key words : Tephritidae, *Ceratitis rosa*, visual stimuli, olfactory stimuli.

Abstract : The Natal fruit fly, *Ceratitis rosa* (Karsch) is a polyphagous ravageur of economic importance in Réunion island. The present study focuses on determining the visual and olfactory stimuli implied in the search of vital resources by *C. rosa*. The females are mature at 8 days and the period of laying is at the end of the afternoon. On lures nonassociated with an odor, fluorescent yellow is the most attractive color. Tested over all the day, the spheres 12 cm in diameter are more attractive than smaller ones for the mature females. However, during the period of laying, there are links between size, color and odor of the lure for the attractivity of females. Thus, the orange spheres 8 cm in diameter associated with a fruit host odor, which stimulates the laying, are particularly attractive for the mature females. Orange color seems to be the preferential color of laying. These results provide useful elements to improve *C. rosa*'s trapping.